

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

RODOLFO ANDRÉ RAZENTE

QUALIDADE DA CARNE DE PEITOS DE FRANGO COM MIOPATIA E EFEITO DA
INCLUSÃO DO ÓLEO ESSENCIAL DE CRAVO NA ELABORAÇÃO DE HAMBÚRGUER

PALOTINA

2020

RODOLFO ANDRÉ RAZENTE

QUALIDADE DA CARNE DE PEITOS DE FRANGO COM MIOPATIA E EFEITO DA
INCLUSÃO DO ÓLEO ESSENCIAL DE CRAVO NA ELABORAÇÃO DE
HAMBÚRGUER

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal, área de concentração em Produção Animal, linha de pesquisa em Nutrição e Produção Avícola, Setor Palotina, Universidade Federal do Paraná, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Ciência Animal.

Orientadora: prof.^a Dr.^a Jovanir Inês Müller Fernandes

Coorientadora: Dr.^a Laura Adriane de Moraes Pinto

PALOTINA

2020

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

R278 Razente, Rodolfo André
Qualidade da carne de peitos de frango com miopatia e efeito da inclusão do óleo essencial de cravo na elaboração de hambúrguer / Rodolfo André Razente – Palotina, 2020.
77f.

Orientadora: Jovanir Inês Müller Fernandes
Coorientadora: Laura Adriane de Moraes Pinto
Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Paraná, Setor Palotina, Programa de Pós-graduação em Ciência Animal.

1.Aceitação visual. 2.Intenção de compra. 3.Qualidade de carne. 4.Peito de frango. 5. Hambúrguer de frango. I. Fernandes, Jovanir Inês Müller. II.Pinto, Laura Adriane de Moraes. III. Universidade Federal do Paraná. IV. Título.

CDU 636.5



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SETOR PALOTINA
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO CIÊNCIA ANIMAL -
40001016077 P6

TERMO DE APROVAÇÃO

Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em CIÊNCIA ANIMAL da Universidade Federal do Paraná foram convocados para realizar a arguição da Dissertação de Mestrado de **RODOLFO ANDRÉ RAZENTE** intitulada: **Qualidade da carne de peitos de frango com miopatia e efeito da inclusão do óleo essencial de cravo na elaboração de hambúrguer**, sob orientação da Profa. Dra. JOVANIR INÊS MÜLLER FERNANDES, que após terem inquirido o aluno e realizada a avaliação do trabalho, são de parecer pela sua APROVAÇÃO no rito de defesa.

A outorga do título de mestre está sujeita à homologação pelo colegiado, ao atendimento de todas as indicações e correções solicitadas pela banca e ao pleno atendimento das demandas regimentais do Programa de Pós-Graduação.

PALOTINA, 29 de Outubro de 2020.

Assinatura Eletrônica

30/10/2020 10:52:53.0

JOVANIR INÊS MÜLLER FERNANDES

Presidente da Banca Examinadora (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ)

Assinatura Eletrônica

17/11/2020 11:30:06.0

VINICIUS CUNHA BARCELLOS

Avaliador Interno (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ)

Assinatura Eletrônica

12/11/2020 17:08:19.0

JÉSSICA DE OLIVEIRA MONTESCHIO

Avaliador Externo (UNIVERSIDADE FEDERAL DE RORAIMA)

R. Pioneiro, 2153 - PALOTINA - Paraná - Brasil

CEP 85950-000 - Tel: (44) 3211-8529 - E-mail: ppgca.ufpr@gmail.com

Documento assinado eletronicamente de acordo com o disposto na legislação federal Decreto 8539 de 08 de outubro de 2015.

Gerado e autenticado pelo SIGA-UFPR, com a seguinte identificação única: 58821

Para autenticar este documento/assinatura, acesse <https://www.prppg.ufpr.br/siga/visitante/autenticacaoassinaturas.jsp> e insira o código 58821

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

Rodolfo André Razente, filho de Maria Terezinha Razente e Irineu Razente, nascido em Maringá – Paraná, no dia 07 de Agosto de 1986.

Em 2012, se formou como Médico Veterinário na Universidade Federal do Paraná – Setor Palotina.

Em Agosto de 2012 iniciou sua carreira profissional como Médico Veterinário no setor de matrizes de frango de corte na empresa BRF unidade de Toledo – Paraná, atuando nesta companhia até o ano de 2015.

Em Outubro de 2015 ingressou na empresa Cargill Alimentos, atuando no seguimento de nutrição animal, no setor de Consultor da regional Sul de matrizes de frango de corte, onde exerce a função atualmente

No ano de 2018 foi aprovado no mestrado em Ciência Animal, no programa de pós-graduação da Universidade Federal do Paraná, setor Palotina.

Dedico,

Aos meus pais, Irineu e Maria Terezinha por me apoiaram em todas minhas escolhas na vida. A professora Jovanir que foi uma “mãezona” na minha vida acadêmica, fazendo eu enxergar novos horizontes.

AGRADECIMENTOS

Todo caminho na vida a ser percorrido, só se tem excito se for um ato solidário, ou seja, sempre neste percurso precisaremos de ajuda de pessoas, cooperando no nosso crescimento.

Esta fase de estudos e grandes dificuldades agradeço a Deus pelo dom da vida, aos meus familiares que sempre me apoiam em minhas escolhas e me direcionam ao caminho certo a percorrer, me apoiando muito em busca da realização deste sonho. Também agradeço muito a minha namorada Fernanda a que tem me dado motivação para esta conclusão do mestrado, te amo!

Outra pessoa que não mediu esforços para a realização deste sonho se tornar realidade, foi a professora e orientadora Jovanir Inês Müller Fernandes um grande exemplo de educador na minha vida, além de ser exemplo de comprometimento e dedicação em tudo que realiza, meu muito obrigado.

Outra pessoa que contribuiu muito no decorrer do projeto foi a minha coorientadora Laura Adriane de Moraes Pinto, me fazendo enxergar com outros olhos o fundamento de pesquisas. Existe uma família que são os membros do Laboratório de Experimentação Avícola (LEA), que me ajudaram demais nesta etapa de vida, se tornando amigos para a vida.

À Universidade Federal do Paraná – Setor Palotina, que possibilitou a realização desta pós-graduação e me acolhendo nestes 2 anos. Ao corpo docente de pós-graduação que se dedicam ao ensino de todos deste programa.

A empresa Cargill alimentos que me disponibilizou flexibilidade de horário para a realização de aulas e experimentos, conseguindo conciliar trabalho e mestrado.

RESUMO

O objetivo do trabalho é avaliar a influência das miopatias *White stripe* e *Wooden breast* nos atributos de qualidade da carne de frango e na aceitação dos consumidores. Os resultados obtidos foram apresentados no formato de dois artigos científicos. No primeiro artigo, foram apresentados os resultados dos efeitos dos diferentes graus de miopatia *White Stripe* e *Wooden breast* em peitos de frango de corte sobre as características tecnológicas, composição da carne, aceitação visual e intenção de compra. Foram utilizados 35 peitos sem presença de miopatia (NOR), 35 peitos com presença de miopatia moderada (MOD) e 35 peitos com miopatia severa (SEV) sem ossos. Para a composição, os teores de umidade ($P < 0.033$) e proteína ($P < 0.026$) do peito SEV foram influenciados. Os peitos com presença de miopatias MOD e SEV apresentaram maior oxidação lipídica ($P < 0,001$), valores de pH mais altos no tratamento SEV ($P < 0,004$), as perdas por cocção aumentaram MOD e SEV ($P < 0,001$), diminuição na capacidade de retenção de água para MOD e SEV ($P < 0,001$) e na força de cisalhamento no tratamento SEV ($P < 0,001$) dos peitos em relação aos peitos normais, a partir do dia 03 os peitos MOD já extrapolaram o limite microbiológico aceitável para a carne de frango in natura. Durante o período de avaliação visual dos peitos com presença de miopatias, os consumidores atribuíram pontuações mais altas para os peitos NOR ($P < 0,001$) do que as carnes com miopatias e à intenção de comprar a carne os peitos NOR resultaram na maior disponibilidade de compra da carne. A presença de diferentes graus de miopatias tiveram impacto na composição, propriedades tecnológicas e aceitação sensorial visual dos consumidores, mostrando que está é uma questão de qualidade importante para a indústria avícola. No segundo artigo, o objetivo foi avaliar os efeitos da adição de diferentes antioxidantes em miopatias de hambúrgueres de frango refrigerados por 10 dias. Os efeitos sob a oxidação lipídica, atividade antioxidante, cor instrumental, redução do diâmetro e perda por cocção, foram avaliados. Os hambúrgueres adicionados de óleo essencial (OE) apresentaram diminuição na oxidação lipídica ($P < 0,001$), manutenção da capacidade antioxidante ($P < 0,001$), manutenção da cor vermelha ($P < 0,001$), menores perdas por cozimento ($P < 0,001$) e de redução de diâmetro ($P < 0,001$). Em conclusão, o OE de cravo pode ser usado em produtos de origem animal, a fim de manter/ melhorar sua qualidade durante o prazo de validade, se mostrando um promissor antioxidante natural substituto ao antioxidante sintético BHT, bem como uma opção viável para promoção da utilização de carnes frango com miopatias.

Palavras-chave: aceitação visual, intenção de compra, qualidade de carne, peito de frango, hambúrguer de frango

ABSTRACT

The objective of the research is to evaluate the influence of White stripe and Wooden breast myopathies on the quality attributes of chicken meat and consumer acceptance. The results obtained were presented in the format of two scientific articles. In the first article were presented the results of effects of different scores of White Stripe and Wooden breast myopathy was evaluated in broilers chicken breasts. The technological characteristics and meat composition were investigated using 35 boneless chicken breasts without myopathy, 35 boneless chicken breasts with moderate myopathy (MOD) and 35 boneless chicken breasts with severe myopathy (SEV). Besides that, the effect of visual acceptance and buying intention of the consumer were also evaluated. For composition, humidity content ($P < 0,033$) and protein content ($P < 0,026$) of the MOD breasts were influenced. The breasts with myopathy presented higher lipidic oxidation ($P < 0,001$), higher pH values ($P < 0,004$), the losses for cooking, water retention capacity and shear force were higher compared with normal breasts. Furthermore, from day three, the MOD breasts had already exceeded the acceptable microbiological limit for fresh chicken meat. During the period of visual evaluation of the chicken breasts with myopathy, the consumers attributed higher grades to the NOR breasts ($P < 0,001$) than the meats with myopathy. For intention of buying, the NOR breasts resulted in greater willingness to purchase meat. The presence of different scores of myopathies had impact in composition, technological properties and sensorial visual acceptance of consumers, showing that this is an important quality issue for the poultry industry. In the second article, the objective was to evaluate the effect of different antioxidants addition in chicken burgers presenting myopathies, that were refrigerated for 10 days. The effects under lipid oxidation, antioxidant activity, instrumental color, reduced diameter and loss by cooking were evaluated. Hamburgers added with cloves essential oil (OE) showed a decrease in lipid oxidation ($P < 0,001$), maintenance of antioxidant capacity ($P < 0,001$), maintenance of red color ($P < 0,001$), lower losses due to cooking ($P < 0,001$) and reduced diameter ($p < 0,001$). In conclusion, cloves OE can be used in products of animal origin, in order to maintain / improve their quality during the expiration date, proving to be a promising natural antioxidant substitute to the synthetic antioxidant BHT, as well as a viable option for promoting use of chicken meat with myopathies.

Keywords: visual acceptance, purchase intention, meat quality, broiler breast muscle, chicken hamburger

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - ESTRUTURA DO EUGENOL.....	26
FIGURA 2 - INTEIRAÇÃO ENTRE TRATAMENTOS E TEMPO DE ARMAZENAMENTO NAS PERDAS DE COZIMENTO DE CARNE DE FRANGO.	44
FIGURA 3 - EFEITO DAS MIOPATIAS DE PEITO NA VIABILIDADE DE COLIFORMES A 45 °C (NMP/G) EM PEITOS DE FRANGO ARMAZENADOS DURANTE 5 DIAS A 4 °C ± 1 °C.	45

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - PARÂMETROS DE AVALIAÇÃO DO GRAU DE SEVERIDADE DO PEITO.	37
TABELA 2 - COMPOSIÇÃO QUÍMICA DA CARNE DE FRANGO AFETADA POR DIFERENTES GRAUS DE MIOPATIAS.	41
TABELA 3- EFEITO DA OCORRÊNCIA DE MIOPATIAS E DO TEMPO DE ARMAZENAMENTO NA QUALIDADE DA CARNE DE PEITO DE FRANGO.....	43
TABELA 4 - AVALIAÇÃO VISUAL DA CARNE DE PEITO DE FRANGO COM MIOPATIAS DURANTE O TEMPO DE ESTOCAGEM (N = 25 AVALIADORES).....	47
TABELA 5 - ANÁLISE DE REGRESSÃO DA ACEITABILIDADE VISUAL DA CARNE DE FRANGO COM PRESENÇA DE MIOPATIAS.....	47
TABELA 6 - INTENÇÃO DE COMPRA DE PEITO DE FRANGO COM PRESENÇA DE MIOPATIAS DE DIFERENTES GRAUS DURANTE O TEMPO DE EXIBIÇÃO.....	48
TABELA 7 - OXIDAÇÃO LIPÍDICA (TBARS) E CONTEÚDO FENÓLICO TOTAL, ATIVIDADE ANTIOXIDANTE (ABTS) EM HAMBURGUERES DE FRANGO PREPARADOS COM CARNE DE DIFERENTES GRAUS DE MIOPATIAS E TIPOS DE ANTIOXIDANTE.....	63
TABELA 8 - INTERAÇÃO ENTRE TIPOS DE CARNE E TEMPO DE EXPOSIÇÃO NA OXIDAÇÃO LIPÍDICA (TBARS), CONTEÚDO FENÓLICO TOTAL, ATIVIDADE ANTIOXIDANTE (ABTS) E EM HAMBURGUERES DE FRANGO PREPARADOS COM CARNE DE DIFERENTES GRAUS DE MIOPATIAS E TIPOS DE ANTIOXIDANTE.....	65
TABELA 9 - COR (VALORES L *, A *, B *) DOS HAMBURGUERES DE FRANGO PREPARADOS COM CARNE DE DIFERENTES GRAUS DE MIOPATIAS E TIPOS DE ANTIOXIDANTE DURANTE A EXPOSIÇÃO.....	67
TABELA 10 - INTERAÇÃO ENTRE TIPOS DE CARNE E TEMPO DE EXPOSIÇÃO NA COR DE HAMBURGUERES DE FRANGO COM DIFERENTES GRAUS DE MIOPATIAS E TIPOS DE ANTIOXIDANTE.....	68
TABELA 11 - REDUÇÃO DE DIÂMETRO, PERDA POR COCÇÃO E FORÇA DE CISALHAMENTO DE HAMBURGUERES DURANTE 10 DIAS DE EXPOSIÇÃO.....	71

TABELA 12 - INTERAÇÃO ENTRE TIPOS DE CARNE E TEMPO DE EXPOSIÇÃO NA REDUÇÃO DO DIÂMETRO, PERDA POR COCÇÃO E FORÇA DE CISALHAMENTO DE HAMBURGUERES DE FRANGO COM DIFERENTES GRAUS DE MIOPATIAS E TIPOS DE ANTIOXIDANTE.....	72
--	----

LISTA DE ABREVIATURAS

PIB	- PRODUTO INTERNO BRUTO
WS	- <i>WHITE STRIPING</i>
WB	- <i>WOODEN BREAST</i>
PSE	- <i>PALE, SOFT, EXSUDATIVE</i>
FDA	- <i>FOOD AND DRUG ADMINISTRATION</i>
OEs	- ÓLEOS ESSENCIAIS
BHT	- HIDROXITOLUENO BUTILADO
NOR	- SEM PRESENÇA DE MIOPATIA
MOD	- PRESENÇA DE MIOPATIA MODERADA
SEV	- PRESENÇA DE MIOPATIA SEVERA
PUFAs	- ÁCIDOS GRAXOS POLIINSATURADOS
AOAC	- <i>ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS</i>
MDA	- TEOR DE MALONALDEÍDO
TBARS	- SUBSTÂNCIAS REATIVAS AO ÁCIDO TIOBARBITÚRICO
NMP	- NÚMERO MAIS PROVÁVEL
GLM	- MODELO LINEAL GERAL
MDA	- MALONALDEÍDO

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	17
CAPÍTULO I –MIOPATIAS EM FRANGOS DE CORTE	19
1. REVISÃO DE LITERATURA.....	19
1.1.ALTERAÇÕES MUSCULARES E SUA RELAÇÃO COM LINHAGENS DE ALTO RENDIMENTO.....	19
1.2.MIOPATIAS	20
1.2.1. <i>White striping</i>	21
1.2.2. <i>Wooden breast</i>	22
1.3.COMPOSTOS ANTIOXIDANTES.....	23
1.3.1. Antioxidantes sintéticos	24
1.3.2. Hidroxitolueno butilado BHT	24
1.3.3. Antioxidantes naturais	24
1.3.4. Cravo da Índia	25
2. OBJETIVOS.....	27
2.1.OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	27
REFERÊNCIAS	27
CAPÍTULO II- QUALIDADE TECNOLÓGICA E ACEITAÇÃO VISUAL DE CARNE DE FRANGO COM DIFERENTES GRAUS DE MIOPATIAS	33
CAPTER II- TECHNOLOGY QUALITY AND VISUALACCEPTANCE OF BROILER MEAT WITH DIFFERENT MYOPATHIES SCORES.....	34
1. INTRODUÇÃO.....	35
2. MATERIAIS E MÉTODOS	36
2.1.PREPARAÇÃO DAS AMOSTRAS E TRATAMENTOS	36
2.2.COMPOSIÇÃO QUÍMICA.....	37
2.3.QUALIDADE DE CARNE.....	37
2.3.1. Oxidação lipídica	37
2.3.2. pH.....	38
2.3.3. Perda por cocção e capacidade de retenção de água.....	38
2.3.4. Força de cisalhamento	38
2.3.5. Análises microbiológicas	39
2.4.ACEITAÇÃO VISUAL DO CONSUMIDOR	39

2.5. ANÁLISES ESTATÍSTICAS	40
2.6. APROVAÇÃO DO COMITÊ DE ÉTICA	41
3. RESULTADOS	41
3.1. COMPOSIÇÃO QUÍMICA DA CARNE DE FRANGO	41
3.2. QUALIDADE DE CARNE	41
4. DISCUSSÃO	49
4.1. COMPOSIÇÃO QUÍMICA	49
4.2. QUALIDADE DE CARNE	49
4.3. ACEITAÇÃO VISUAL DO CONSUMIDOR	50
5. CONCLUSÃO	51
REFERÊNCIAS	52
CAPÍTULO III- AVALIAÇÃO DO EFEITO ANTIOXIDANTE DO ÓLEO ESSENCIAL DE CRAVO EM HAMBÚRGUER DE FRANGO COM DIFERENTES GRAUS DE MIOPATIA	55
CAPTER III- EVALUATION EFFECT OF ANTIOXIDANT ESSENTIAL OIL OF CLOVE IN CHICKEN HAMBURGUER WITH DIFFERENT SCORES OF MYOPHATIES	56
1. INTRODUÇÃO	57
2. MATERIAIS E MÉTODOS	58
2.1. TIPOS DE CARNE E PREPARAÇÃO DOS HAMBURGUERES	58
2.2. OXIDAÇÃO LIPÍDICA	59
2.3. CONTEÚDO FENÓLICO TOTAL (CFT) E ATIVIDADE ANTIOXIDANTE (ELIMINAÇÃO RADICAL ABTS)	60
2.3.1. Conteúdo fenólico Total (CFT)	60
2.3.2. Ensaio de eliminação de radicais ABTS	60
2.4. COR INSTRUMENTAL DE HAMBÚRGUER	61
2.5. PERDA POR COCÇÃO E REDUÇÃO DO DIÂMETRO	61
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	62
3.1. OXIDAÇÃO LIPÍDICA	62
3.2. CFT E ATIVIDADE ANTIOXIDANTE DE HAMBURGUERES DE FRANGO	66
3.3. COR INSTRUMENTAL	66
3.4. REDUÇÃO DE DIÂMETRO E PERDA POR COCÇÃO	69

4. CONCLUSÃO	73
REFERÊNCIAS	73
CONSIDERAÇÕES FINAIS	78

INTRODUÇÃO

A avicultura e suinocultura empregam direta e indiretamente no Brasil mais de 4,1 milhões de pessoas e responde por aproximadamente 1,5% do Produto Interno Bruto (PIB) nacional (ABPA, 2020). A avicultura possui grande importância social pela alta concentração de produção principalmente nas regiões Sul e Sudeste, destacando-se o estado do Paraná com 34,69% da produção frango de corte. A produção Brasileira em 2019 obteve números expressivos, sendo o Brasil o terceiro maior produtor mundial de frango com produção de 13.245 milhões de toneladas, o maior exportador com 4.214 milhões de toneladas exportados e consumo de 42,84 kg per capita (ABPA, 2020).

O consumo dos produtos oriundos da carne de frango teve um aumento significativo devido ao baixo custo, qualidade sensorial, o elevado valor nutricional, facilidade para o processamento, além da ausência de efeito cultural e/ou religioso (BARBUT, 2008).

Em resposta à crescente demanda do mercado avícola, houve um avanço significativo no melhoramento genético da espécie, o que impactou na melhoria da conversão alimentar, tamanho/rendimento do peito, redução dos níveis de gordura e otimização de crescimento do animal, impactando significativamente no tempo de criação dos frangos de corte, chegando atualmente em metade do tempo de criação com o dobro de peso vivo, quando se comparado à 1950 no primórdios da avicultura (ANTHONY, 1998).

No entanto, devido ao acelerado crescimento destes animais, à produção de aves passou a ser acometida pelo surgimento das anomalias de peito, mais comumente conhecidas como miopatias, que podem afetar desde a qualidade da carne no quesito de aparência visual, bem como, seus atributos nutricionais e tecnológicos trazendo elevado prejuízo econômico para a indústria avícola (MUDALAL *et al.*, 2014, 2015; VELLEMAN; CLARK, 2015; MAIORANO, 2017).

Segundo Jerusa Corazza (2016), em torno de 1% das condenações diárias são ocasionadas por miopatias do tipo *White striping (WS)* e *Wooden breast (WB)*, ocasionando um grande impacto econômico para as indústrias avícolas do Brasil. Rutz 2019 lamenta não a ver dados concretos sobre o assunto

no Brasil, mas nos Estados Unidos as perdas por miopatías podem chegar a US\$ 200 milhões por ano

As miopatias causam grande impacto econômico para a indústria avícola, Kuttappan et al. (2016) estimou que as perdas anuais devido a miopatias chegaram a quase U\$\$ 200 milhões nas indústrias avícolas dos EUA no ano de 2015. Lorenzi et al. (2014) ao avaliarem a incidência de listras brancas em frangos de corte médios e pesados na Itália verificaram que 40% dos frangos comerciais são afetados por *White striping (WS)* ou estrias branca e alguns casos, podem ser acometidos concomitantemente por *Wooden breast (WB)* ou também conhecida como peito amadeirado.

Apesar do grande impacto dessas miopatias na avicultura comercial, ainda não há um tratamento e/ou solução para as miopatias. Mesmo com as crescentes pesquisas sobre a temática, o conhecimento da causa das miopatias ainda é incompleto.

Sendo assim, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a influência dos diferentes graus de miopatias *White striping (WS)* e *Wooden Breast (WB)* em peito de frango in natura e processado como hambúrgueres, avaliando a sua influência nos atributos de tecnológicos e de qualidade como: oxidação lipídica, pH, perda por cocção, capacidade de retenção de água e análises microbiológica. Outro parâmetro avaliado foi a aceitação visual pelos consumidores.

CAPÍTULO I –MIOPATIAS EM FRANGOS DE CORTE

1. REVISÃO DE LITERATURA

1.1. ALTERAÇÕES MUSCULARES E SUA RELAÇÃO COM LINHAGENS DE ALTO RENDIMENTO

A carne de frango é uma das proteínas mais consumidas no mundo, isso se deve ao seu atraente valor nutricional, facilidade e praticidade na preparação e, principalmente, ao seu baixo custo (DAVIS & STEWART, 2002). A elevada demanda por este alimento, propiciou o desenvolvimento da melhoria genética e da nutrição, onde as aves passaram a ter melhores conversões alimentares, garantindo um maior peso corporal em curto período tempo (KUTTAPPAN et al., 2016). Porém, o crescimento acelerado da espécie e o maior tamanho das aves, gera aumento da demanda metabólica elevando o risco de defeitos musculares (JULIAN, 2005).

A pressão de seleção destas aves também traz impacto negativo na qualidade da carne, como na textura e no sabor (ANTHONY, 1998).

Vários estudos têm relatado que a seleção para um crescimento acelerado propicia o aumento de defeitos das fibras musculares, como menor densidade do capilar, estresse metabólico; alterações na regulação de cátion das células musculares; Aumento das alterações na massa muscular; maior incidência de carne *Pale, soft, exsudative* (PSE); miopatia focal; miodegeneração que impactou na composição química do músculo e alteração na capacidade de retenção de água; redução na termorregulação; redução no potencial glicolítico que leva a diversas alterações na qualidade de carne (WILSON et al., 1990; WANG et al., 1999;HOVING-BOLINK et al., 2000; VELLEMAN&NESTOR, 2003; MACRAE et al., 2006; SANDERCOCK et al., 2009; MAZZONI et al., 2015; PETRACCI et al., 2015; KUTTAPPAN et al., 2016).

Apesar de diversas pesquisas relatando a relação do crescimento acelerado com a presença de miopatias, ainda não se sabe descrever ao certo a etiologia destas alterações. As duas miopatias mais recentes que vem sendo

extensivamente estudadas são WS e WB, a WS começou a ser descrita em 2009 já a WB é mais recente sendo descrita em 2014 (KUTTAPPAN et al., 2016).

Estudo recente realizado com análise de RNA-seq. sugere que o crescimento acelerado de frangos de corte associado com hipóxia localizada, estresse oxidativo, elevados níveis de cálcio intracelular e alteração da fibra muscular podem estar associados à ocorrências destas novas e mais frequentes miopatias (MUTRYN et al., 2015).

1.2. MIOPATIAS

Miopatias são doenças musculares ou degenerações que não são causadas por alterações de nervos, sendo diferente de doença muscular causada por alguma anomalia em nervo, com isso apresenta diferença entre sua patogênese e desenvolvimento (KIJOWSKI et al., 2014).

Apesar de ainda desconhecida a etiologia das miopatias, estudos mostram que o crescimento acelerado dos frangos é a provável causa (DALLE ZOTTE et al., 2017; LIVINGSTON et al., 2019; SIHVO et al., 2017; TROCINO et al., 2015). Petracci et al. (2015) relatam que o rápido crescimento do músculo peitoral trouxe mudanças no metabolismo muscular levando a degenerações, ainda segundo Petracci, et al. (2017) como o tecido conjuntivo do perimísio e endomísio não aumenta de tamanho o crescimento excessivo da musculatura faz com que ocorra uma hipóxia devido à falta de espaço dentro do tecido conjuntivo, predispondo ao metabolismo anaeróbico facilitando os defeitos ocorridos no metabolismo muscular, esta limitação de espaço para os capilares é o que reduz a quantidade de ácido láctico retirado do músculo, alterando o funcionamento da fibra, facilitando o aparecimento de lesões e resultando em desregulação da homeostase.

O fato de não visualizar alterações macroscópicas no peito de frangos de corte, não pode descartar que possua presença de miodegeneração leve nas fibras musculares, consequentemente podemos encontrar necrose e infiltrado de gordura no tecido conjuntivo (KAWASAKI et al., 2018; MAZZONI et al., 2015; PETRACCI et al., 2013).

1.2.1. *White striping*

A miopatia *White striping* (WS), também conhecida como estrias brancas é visualmente caracterizada pela ocorrência de estrias brancas paralelas as fibras musculares, que acomete, principalmente, o músculo peitoral superficial de frangos, porém, em menor proporção e grau, pode também acometer demais partes, como coxas e sobrecoxas (KUTTAPPAN et al., 2012, KUTTAPPAN et al., 2016).

Existem várias causas conhecidas para a miodegeneração de tecido em frangos, como deficiências de vitamina E, Selênio, miopatia decorrente de esforço, toxicidades e hipóxia tecidual devido a sua similaridade histopatológica tais fatores também são atribuídos como possíveis causas para o aparecimento de WS uma vez que sua etiologia ainda não é completamente conhecida (PETRACCI et al., 2015).

Kuttappan et al. (2012) ao avaliarem a sorologia de aves com e sem WS mostrou que os dois grupos não apresentaram diferença na contagem de células que sugerem uma inflamação sistêmica. Outro estudo realizado por Kuttappan et al. (2013), avaliou o perfil hematológico e sorológico de frangos sem miopatias e com WS e não encontraram diferença em vários índices hematológico. Porém notou-se aumento nos níveis séricos de creatinina quinase, alanina transaminase, aspartato amino transferase e lactato desidrogenase nos animais acometidos por WS em grau severo. O aumento destes níveis sugere a ausência de infecção sistêmica, no entanto, o aumento do nível sérico de enzimas confirma uma lesão muscular associada com a miopatia degenerativa nos animais com grau severo.

Estudos histológico mostram que a alteração da WS, geralmente, encontra-se associada a degeneração muscular e alterações miopáticas abaixo da área que apresenta estriação, tendo ainda, a variabilidade no tamanho da fibra, perda das estriações transversais, degeneração flocular/vacuolar e lise das fibras, mineralização moderada, regeneração, infiltrado de células mononucleares, lipidose, inflamação intersticial e fibrose como características (KUTTAPPAN et al., 2013; PETRACCI et al., 2013)

Descrito por Kuttapan et al., (2016) a WS é classificada de acordo com o grau de severidade das lesões nas aves acometidas, variando de 0 a 3, sendo

Grau 0: normal, filé sem alterações, Grau 1: moderado, apresenta pequenas estrias brancas sendo menor que 1 mm de espessura; Grau 2: severo, contendo estrias brancas de 1 a 2 mm de espessura e Grau 3: Grave, estrias brancas com espessura maior de 2 mm cobrindo toda superfície do músculo.

Segundo Mudalal (2019), a incidência de WS sua severidade está relacionada com o peso vivo dos animais. Assim, quanto maior o peso vivo dos animais, maior será o peso do peito e conseqüentemente, mais severas serão as lesões, seu estudo relata que animais com 8 semanas apresentaram maior incidência de lesões mais severas quando comparado com animais de 6 semanas, frangos submetidos as mesmas condições de ambiente e dieta.

De acordo com Kuttappan et al. (2012) a presença de WS afeta diretamente a aceitação do consumidor. Ao estudar a aceitação do consumidor em relação a aparência visual da carne de peito de frango com vários graus de listras brancas, cerca de 50% dos consumidores consultados responderam que não comprariam a carne com graus moderado ou severo de estrias, demonstrando que a presença desta miopatia compromete a aparência do produto final, causando a repulsa pelos consumidores.

1.2.2. *Wooden breast*

Wooden Breast (WB) conhecida como “peito amadeirado” é uma miopatia que acomete o músculo superficial do peito, que apresenta como característica as áreas pálidas de substancial dureza acompanhada de estriações brancas por todo o músculo (SIHVO et al., 2014).

Segundo Sihvo et al. (2014) não é possível visualizar a WB ante-mortem, sendo a mesma identificada na avaliação visual e/ou palpação no post mortem. Essa miopatia apresenta o endurecimento em áreas focais ou difusa, apresenta uma coloração pálida que ainda pode conter um material viscoso fino cobrindo o músculo, este material pode ter a coloração clara ou levemente turvo contendo petéquias hemorrágicas distribuído de forma multifocal. Nos casos mais severos o filé de peito pode conter uma protuberância na extremidade caudal e finas estrias brancas entre as fibras musculares (DE BROT et al., 2016; SIHVO et al., 2017).

A etiologia desta miopatia também não é completamente conhecida e possui correlação com frangos com alto desempenho (KUTTAPPAN et al., 2017). Mutryn et al. (2015) relatam que a isquemia muscular, estresse oxidativo e maiores níveis de cálcio intracelular são alterações que predispõem a WB. Em estudo realizado por Abashtet et al. (2016) frangos com presença de WB exibiram mudança no seu perfil metabólico, apresentando estresse oxidativo, alterações no metabolismo de carboidratos e aminoácidos, decorrente do aumento de histidina e acumulando histamina (sinal de dor e inflamação), no entanto, o glicogênio muscular teve redução juntamente com as enzimas glicolíticas e produtos como lactato e piruvato.

Ao avaliar a histologicamente a miopatia WB, as mio fibras se apresentaram com diâmetro variado e sem semelhança entre os dois lados. Também foram encontradas alterações de degeneração multifocal e necrose, sendo determinadas por hiper eosinofilia, fragmentada perda de estrias e células inflamatórias infiltradas, principalmente por heterofilos e macrófagos na parte interna e externa da fibra degenerativa (SIHVO et al., 2014). Os processos fibrosos que acometem a WB envolve a deposição exacerbada de colágeno nas áreas do tecido conjuntivo do endomísio e perimísio, promovendo a dureza característica da miopatia (VELLEMAN & CLARK, 2015).

Segundo Velleman et al. (2017) o aumento da dureza dos músculos peitorais que acontece em frangos com WB pode ser devido as características estruturais do colágeno fibroso e extensão, descartando a possibilidade que maior concentração de colágeno maior sua consistência.

1.3. COMPOSTOS ANTIOXIDANTES

Segundo definição do FDA (*Food and Drug Administration*), antioxidante são substâncias utilizadas em baixa concentração e são capazes de prevenir e/ou retardar a oxidação lipídica. No entanto, para que se possa utilizar com composto antioxidante em alimentos, o produto não deve alterar o odor e sabor do alimento, ser efetivo durante a estocagem do alimento, ser estável em temperaturas mais elevadas e ser facilmente incorporado ao alimento (RAFECAS et al., 1998).

A Instrução Normativa 51 do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA), de 29 de dezembro de 2006, regulamentou os limites de aditivos em produtos cárneos, estabelecendo o limite máximo de 0,01% para adição de antioxidantes sintéticos BHT, BHA e PG

Alguns antioxidantes sintéticos usados nos alimentos tem sido um desafio devido a sua instabilidade e possíveis efeitos tóxicos e carcinogênicos para a saúde humana. Vários países restringiram e baniram o uso de aditivos químicos considerando prejudiciais à saúde. Essas limitações fazem com que os consumidores busquem opções naturais como alternativas para esses compostos sintéticos (KARAKAYA.; BAYRAK e ULUSOY, 2011; REISHE et al., 1997).

1.3.1. Antioxidantes sintéticos

Vários tipos de antioxidantes sintéticos, são usados na indústria da carne para controlar a oxidação lipídica, os mais usados são Hidroxitolueno Butilado (BHT), Hidroxianisol Butilado (BHA), Propil Galato (PG) e Terc Butil Hidroquinona (TBHQ) (MARIUTTI *et al.*, 2011).

Os Antioxidantes são classificados conforme o seu mecanismo de ação, sendo: a doação de hidrogênio; doação de elétrons; adição do lipídio ao anel aromático; formação de um complexo entre lipídio e o anel aromático (CARVALHO, 2005).

1.3.2. Hidroxitolueno butilado BHT

O BHT é um antioxidante primário sua composição é por compostos fenólicos que agem removendo ou inativando radicais livres formado nas fases inicial ou propagação. O BHT atua doando átomos de hidrogênio e cessando a reação da cadeia (FUKUMOTO & MAZZA, 2000).

1.3.3. Antioxidantes naturais

Os principais antioxidantes naturais são especiarias, frutos, extratos vegetais e derivados de sementes de oleaginosas, estes devem ser capazes de reduzir a oxidação de lipídeos e proteínas (SÁNCHEZ-ESCALANTE et al., 2003).

A maioria dos antioxidantes naturais tem como componente para esta ação os compostos fenólicos e polifenólicos. A utilização destes compostos garantem maior vida útil das carnes, melhor estabilidade de cor, por evitar a transformação da mioglobina em metamioglobina, evita a rancidez e a proliferação bacteriana, o que mantém as condições organolépticas da carne (NAVEENA et al., 2008).

Os antioxidantes naturais atuam competindo com os radicais livres dos ácidos graxos ou reagindo com o O_2 , sendo esta forma de ação similar aos compostos sintéticos. Também atuam como agentes redutores, quelantes ou sequestradores de oxigênio, inibidores de radicais livres e como desativadores de metais pró-oxidantes (RICE-EVANS et al., 1996).

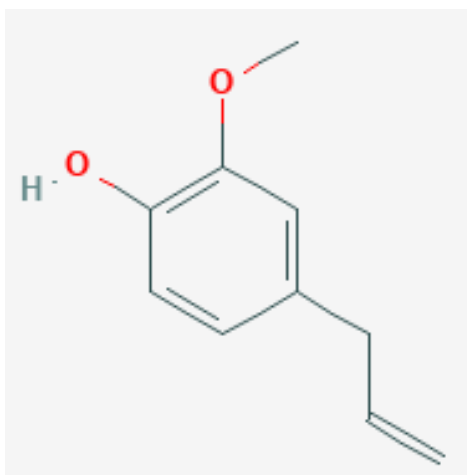
1.3.4. Cravo da Índia

O cravo-da-índia (*Syzygium aromaticum* L.) é amplamente utilizado em alimentos por seu poder conservante, possui coloração castanha, aroma agradável e tem um amplo espectro de propriedades, tais como, potencial antioxidante, anti-inflamatório, efeitos analgésicos entre outros (EL-MAATI et al., 2015).

Os óleos essenciais (OEs) são produtos vegetais naturais que exibem antimicrobianos e propriedades antioxidantes, são formados a partir de vias metabólicas secundárias e podem ser definidos como misturas complexas de substâncias voláteis, de caráter lipofílico, geralmente em sua maioria com perfil odorífero e líquidas (DE OLIVEIRA MONTESCHIO et al., 2020).

Trajano et al. (2010) avaliaram o óleo essencial extraído das folhas de cravo da Índia e obtiveram como compostos majoritários 18 compostos, sendo o eugenol (74%) o composto majoritário (FIGURA 1), seguido pelos α -humuleno (9,62%), d-cadineno (4,64%), trans- β -cariofileno (4,69%) e óxido de cariofileno (1,63%). Outros compostos, como eucaliptol (0,96%), γ -cadineno (0,86%), humuleno (0,83%), e torreiol (0,62%) foram encontrados em menor percentual.

FIGURA 1 - ESTRUTURA DO EUGENOL.



FONTE: Pubchem (2020).

O OE atuam alterando a permeabilidade da membrana citoplasmática aos íons hidrogênio (H⁺) e potássio (K⁺), comprometendo os processos vitais da célula resultando em perda do controle quimiosmótico da célula afetada e, consequentemente, na morte do microrganismo (CASTAÑO et al., 2017). Devido ao seu perfil lipofílicos, podem interagir com lipídios da membrana celular e das mitocôndrias bacterianas, alterando sua estrutura, tornando-as mais permeáveis, permitindo o extravasamento de íons e outros conteúdos citoplasmáticos, onde os óleos essenciais desnaturam e coagulam proteínas (CAI et al., 2015).

As indústrias de alimentos possuem grande interesse pelos OEs no controle de oxidação lipídica e do crescimento de microrganismos patogênicos e deteriorantes nos alimentos, diminuindo ou como substituto ao uso de conservantes químicos (GUPTA & SHARMA, 2006; TRAJANO et al., 2009).

Atualmente, uma série de compostos sintéticos são usados como antioxidantes, como exemplos podemos citar o hidroxianisol butilado, hidroxitolueno butilado (BHT), galato de propila e terc-butilhidroquinona (KEMPINSKI et al., 2017). No entanto, existe atualmente uma preocupação sobre os possíveis efeitos cancerígenos dos antioxidantes sintéticos. Assim, o uso de aromáticas plantas, que contêm óleos essenciais (OE), podem ser uma importante alternativa para preservação de alimentos.

2. OBJETIVOS

O objetivo do trabalho é avaliar a influência das miopatias *White stripe* e *Wooden breast* em diferentes graus de lesão (grau moderado e severo em ambas miopatias), comparado com peito de frango sem lesão, avaliando os atributos de qualidade da carne como: oxidação lipídica, pH, perda por cocção e capacidade de retenção de água e força de cisalhamento. Também foi realizado análise microbiológica nos tratamentos e realização da aceitação visual do consumidor por intenção de compra.

O experimento avaliou os diferentes tratamentos com miopatias e sem miopatias, com adição de antioxidantes sintético (BHT), antioxidante natural (óleo de cravo) e sem adição de antioxidante.

2.1. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Avaliar o efeito da presença de miopatias na carne de frango sobre atributos de qualidade da carne, análise microbiológica e aceitação do consumidor sob intenção de compra, comparando com peito de frango sem miopatias.
- Avaliação das propriedades funcionais e qualidade de carne: pH inicial e final, capacidade de retenção de água, cor, perda de água por cocção, força de cisalhamento (carne crua e após cocção).
- Avaliação da estabilidade lipídica da carne.
- Avaliação de óleo essencial (Óleo de cravo) como antioxidante natural e antioxidante sintético (BHT) em produtos processados de frango.
- Aceitação visual dos consumidores.

REFERÊNCIAS

ABASHT, B.; MUTRYN, M.F.; MICHALEK, R.D.; LEE, W.R. Oxidative Stress and Metabolic Perturbations in Wooden Breast Disorder in Chickens. **PLOS ONE**, v.11, n.4, p.1-16, 2016.

ABPA. **Relatório Anual 2020**.2020.

ANTHONY, N.B.A. Review of genetic practices in poultry: Efforts to improve meat quality. **Journal of Muscle Foods**, v.9, n.1, p.25-33, 1998.

BARBUT, S. Effect of regular and hydrolysed dairy proteins on texture, microstructure and colour of lean poultry meat batters. **International Journal of Food Science & Technology**, v.43, n.10, p.1792-1797, 2008.

CAI, L.; CAO, A.; LI, T.; WU, X.; XU, Y.; LI, J. Effect of the Fumigating with Essential Oils on the Microbiological Characteristics and Quality Changes of Refrigerated Turbot (*Scophthalmus maximus*) Fillets. **Food and Bioprocess Technology**, v.8, n.4, p.844-853, 2015.

CASTAÑO, J.; GUADARRAMA-LEZAMA, A. Y.; HERNÁNDEZ, J.; COLÍN-CRUZ, M.; MUÑOZ, M.; CASTILLO, S. Preparation, characterization and antifungal properties of polysaccharide-polysaccharide and polysaccharide-protein films. **Journal of Materials Science**, v.52, n.1, p.353-366, 2017.

DAVIS, D.E.; STEWART, H. Changing consumer demands create opportunities for US food system. **Food Rev**, v.25, p.19-23, 2002.

DE BROT, S.; PEREZ, S. SHIVAPRASAD, H.L.; BAIKER, K.; POLLEDO, L.; CLARK, M.; GRAU-ROMA, L. Wooden breast lesions in broiler chickens in the UK. **Veterinary Record**, v.178, n.6, p.141.2-141, 2016.

EL-MAATI, M.F.A.; MAHGOUB, S.A.; LABIB, S.M.; AL-GABY, A.M.A.; RAMADAN, M.F. Phenolic extracts of clove (*Syzygium aromaticum*) with novel antioxidant and antibacterial activities. **European Journal of Integrative Medicine**, v.8, p.494-504, 2015.

GUPTA, V.K.; SHARMA, S.K. Plants as natural antioxidants. **Natural Product Radiance**, v.5, n.4, p.326-334, 2006.

HOVING-BOLINK, A.H.; KRANEN, R.W.; KLONT, R.E.; GERRITSEN, C.L.M.; DE GREEF, K.H. Fibre area and capillary supply in broiler breast muscle in relation to productivity and ascites. **Meat Science**, v.56, n.4, p.397-402, 2000.

JULIAN, R.J. Production and growth related disorders and other metabolic diseases of poultry - A review. **Veterinary Journal**, v.169, n.3, p.350-369, 2005.

KAWASAKI, T.; IWASAKI, T.; YAMADA, M.; YOSHIDA, T.; WATANABE, T. Rapid growth rate results in remarkably hardened breast in broilers during the middle stage of rearing: A biochemical and histopathological study. **PLOS ONE**, v.13, n.2, p.1-14, 2018.

KEMPINSKI, E.M.B.C.; VITAL, A.C.P.; MONTESCHIO, J.O.; ALEXANDRE, S.; NASCIMENTO, K.F.; MADRONA, G.S.; MIKCHA, J.M.G.; PRADO, I.N. Development and quality evaluation of infant food with oregano essential oil for children diagnosed with cerebral palsy. **LWT - Food Science and Technology**, v.84, p.579-585, 2017.

KIJOWSKI, J.; KUPIŃSKA, E.; STANGIERSKI, J.; TOMASZEWSKA-GRAS, J.; SZABLEWSKI, T. Paradigm of deep pectoral myopathy in broiler chickens. World's. **Poultry Science Journal**, v.70, n.1, p.125-138, 2014.

KUTTAPPAN, V.A.; HARGIS, B.M.; OWENS, C.M. White striping and woody breast myopathies in the modern poultry industry: A review. **Poultry Science**, v.95, n.11, p.2724–2733, 2016.

KUTTAPPAN, V.A.; LEE, Y.S.; ERF, G.F.; MEULLENET, J.F.C.; MCKEE, S.R.; OWENS, C.M. Consumer acceptance of visual appearance of broiler breast meat with varying degrees of white striping. **Poultry Science**, v.91, n.5, p.1240-1247, 2012.

KUTTAPPAN, V.A.; OWENS, C.M.; COON, C.; HARGIS, B.M.; VAZQUEZ-AÑON, M. Incidence of broiler breast myopathies at 2 different ages and its impact on selected raw meat quality parameters. **Poultry Science**, v.96, n.8, p.3005–3009, 2017.

KUTTAPPAN, V.A.; SHIVAPRASAD, H.L.; SHAW, D.P.; VALENTINE, B.A.; HARGIS, B.M.; CLARK, F.D.; MCKEE, S. R.; OWENS, C.M. Pathological changes associated with white striping in broiler breast muscles. **Poultry Science**, v.92, n.2, p.331–338, 2013.

LIVINGSTON, M.L.; LANDON, C.; BARNES, H.J.; BRAKE, J. White striping and wooden breast myopathies of broiler breast muscle is affected by time-limited feeding, genetic background, and egg storage. **Poultry Science**, v.98, n.1, p.217-226, 2019.

LORENZI, M.; MUDALAL, S.; CAVANI, C.; PETRACCI, M. Incidence of white striping under commercial conditions in medium and heavy broiler chickens in Italy. **Journal of Applied Poultry Research**, v.23, n.4, p.754-758, 2014.

MACRAE, V.E.; MAHON, M.; GILPIN, S.; SANDERCOCK, D.A.; MITCHELL, M.A. Skeletal muscle fibre growth and growth associated myopathy in the domestic chicken (*Gallus domesticus*). **British Poultry Science**, v.47, n.3, p.264–272, 2006.

MADHAVI, D.L.; DESHPANDE, S.S., SALUNKE, D.K.; DEKKER, M. **Antioxidants. Food Antioxidants: Technological: Toxicological and Health Perspectives**. p.177, 1995.

MAIORANO, G. Meat defects and emergent muscle myopathies in broiler chickens: implications for the modern poultry industry. **Scientific Annals of Polish Society of Animal Production**, v.13, n.3, p.43-51, 2017.

MAZZONI, M.; PETRACCI, M.; MELUZZI, A.; CAVANI, C.; CLAVENZANI, P.; SIRRI, F. Relationship between pectoralis major muscle histology and quality traits of chicken meat. **Poultry Science**, v.94, n.1, p.123-130, 2015.

MONTESCHIO, J.O.;PASSETTI, R.A.C.; SOUZA, K.A.; GUERRERO, A; PINTO, L.A.M.; VALERO, M.V.; VITAL, A.C.P.; OSÓRIO, J.C.S.; CASTILHO, R.A.; SAÑUDO, C.; PRADO, I.N. Acceptability by sensory and visual analyses of meat

from Nellore heifers fed with natural additives and finished in feedlot. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, 2020.

MUDALAL, S. Incidence of white striping and its effect on the quality traits of raw and processed turkey breast meat. **Food Science of Animal Resources**, v.39, n.3, p.410-417, 2019.

MUDALAL, S.; BABINI, E.; CAVANI, C.; PETRACCI, M. Quantity and functionality of protein fractions in chicken breast fillets affected by white striping. **Poultry Science**, v.93, n.8, p.2108-2116, 2014.

MUDALAL, S.; LORENZI, M.; SOGLIA, F.; CAVANI, C.; PETRACCI, M. Implications of white striping and wooden breast abnormalities on quality traits of raw and marinated chicken meat. **Animal**, v.9, n.4, p.728-734, 2015.

MUTRYN, M.F.; BRANNICK, E.M.; FU, W.; LEE, W.R.; ABASHT, B. Characterization of a novel chicken muscle disorder through differential gene expression and pathway analysis using RNA-sequencing. **BMC Genomics**, v.16, n.1, p.399, 2015.

NAVEENA, B.M.; SEN, A.R.; VAITHIYANATHAN, S.; BABJI, Y.; KONDAIAH, N. Comparative efficacy of pomegranate juice, pomegranate rind powder extract and BHT as antioxidants in cooked chicken patties. **Meat Science**, v.80, n.4, p.1304-1308, 2008.

Pereira, M.C.; Vilela, G.R.; Costa, L.M.A.S.; Silva, R.F.; Fernandes, A.F.; Fonseca, E.W.N.; Piccoli, R.H. Inibição do desenvolvimento fúngico através da utilização de óleos essenciais de condimentos. **Ciência e Agrotecnologia**, v.30, n.4, p.731-738, 2006.

PETRACCI, M.; MUDALAL, S.; SOGLIA, F.; CAVANI, C. Meat quality in fast-growing broiler chickens. **World's Poultry Science Journal**, v.71, n.2, p.363-374, 2015.

PETRACCI, M.; SIRRI, F.; MAZZONI, M.; MELUZZI, A. Comparison of breast muscle traits and meat quality characteristics in 2 commercial chicken hybrids. **Poultry Science**, v.92, n.9, p.2438-2447, 2013.

PETRACCI, M.; SOGLIA, F.; BERRI, C. Muscle metabolism and meat quality abnormalities. **Poultry Quality Evaluation**, p.51-75, 2017.

RAFECAS, M.; GUARDIOLA, F.; ILLERA, M.; CODONY, R.; BOATELLA, J. Liquid chromatographic determination of phenolic antioxidants in bakery products. **Journal of Chromatography**, v.822, n.2, p.305-309, 1998.

RICE-EVANS, C.A.; MILLER, N.J.; PAGANGA, G. Structure-antioxidant activity relationships of flavonoids and phenolic acids. **Free Radical Biology and Medicine**, v.20, n.7, p.933-956, 1996.

SÁNCHEZ-ESCALANTE, A.; TORRESCANO, G.; DJENANE, D.; BELTRÁN, J. A.; RONCALÉS, P. Stabilisation of colour and odour of beef patties by using

lycopene-rich tomato and peppers as a source of antioxidants. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v.83, n.3, p.187–194, 2003.

SANDERCOCK, D.A.; BARKER, Z.E.; MITCHELL, M.A.; HOCKING, P.M. Changes in muscle cell cation regulation and meat quality traits are associated with genetic selection for high body weight and meat yield in broiler chickens. **Genetics Selection Evolution**, v.41, n.1, p.8, 2009.

SIHVO, H.K.; IMMONEN, K.; PUOLANNE, E. Myodegeneration with fibrosis and regeneration in the pectoralis major muscle of broilers. **Veterinary Pathology**, v.51, n.3, p.619-623, 2014.

SIHVO, H.K.; LINDÉN, J.; AIRAS, N.; IMMONEN, K.; VALAJA, J.; PUOLANNE, E. Wooden breast myodegeneration of pectoralis major muscle over the growth period in broilers. **Veterinary Pathology**, v.54, n.1, p.119-128, 2017.

TRAJANO, V.N.; LIMA, E.O.; SOUZA, E.L.; TRAVASSOS, A.E.R. Inhibitory effect of the essential oil from *Eugenia caryophyllata* Thumb leaves on coalho cheese contaminating microorganisms. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.30, n.4, p.1001-1006, 2010.

TRAJANO, V.N.; LIMA, E.O.; SOUZA, E.L.; TRAVASSOS, A.E.R. Propriedade antibacteriana de óleos essenciais de especiarias sobre bactérias contaminantes de alimentos. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.29, n. 3, p.542-545, 2009.

TROCINO, A.; PICCIRILLO, A.; BIROLO, M.; RADAELLI, G.; BERTOTTO, D.; FILIOU, E.; PETRACCI, M.; XICCATO, G. Effect of genotype, gender and feed restriction on growth, meat quality and the occurrence of white striping and wooden breast in broiler chickens. **Poultry Science**, v.94, n.12, p.2996-3004, 2015.

VELLEMAN, S.; NESTOR, K. Effect of selection for growth rate on myosin heavy chain temporal and spatial localization during turkey breast muscle development. **Poultry Science**, v.82, n.9, p.1373-1377, 2003.

VELLEMAN, S.G.; CLARK, D.L. Histopathologic and myogenic gene expression changes associated with wooden breast in broiler breast muscles. **Avian Diseases**, v.59, n.3, p.410-418, 2015.

VELLEMAN, S.G.; CLARK, D.L.; TONNIGES, J.R. Fibrillar collagen organization associated with broiler wooden breast fibrotic myopathy. **Avian Diseases**, v.61, n.4, p.481-490, 2017.

WANG, L.; BYREM, T.; ZAROSLEY, J.; BOOREN, A.; STRASBURG, G. Skeletal muscle calcium channel ryanodine binding activity in genetically unimproved and commercial turkey populations. **Poultry Science**, v.78, n.5, p.792–797, 1999.

WILSON, B.W.; NIEBERG, P.S.; BUHR, R.J.; KELLY, B.J.; SHULTZ, F.T. Turkey muscle growth and focal myopathy. **Poultry Science**, v.69, n.9, p.1553-1562, 1990.

ZOTTE, A.D.; TASONIERO, G.; PUOLANNE, E.; REMIGNON, H.; CECCHINATO, M.; CATELLI, E.; CULLERE, M. Effect of “wooden breast” appearance on poultry meat quality, histological traits, and lesions characterization. **Czech Journal of Animal Science**, v.62, n.2, p. 51-57, 2017.

CAPÍTULO II- QUALIDADE TECNOLÓGICA E ACEITAÇÃO VISUAL DE CARNE DE FRANGO COM DIFERENTES GRAUS DE MIOPATIAS

RESUMO

Os efeitos dos diferentes graus de miopatia *White Stripe* e *Wooden breast* foram avaliados em peitos de frango de corte. As características tecnológicas e composição da carne foram investigadas usando 35 peitos sem presença de miopatia (NOR), 35 peitos com presença de miopatia moderada (MOD) e 35 peitos com miopatia severa (SEV) sem ossos, o efeito sobre a aceitação visual e intenção de compra pelo consumidor também foram avaliados. Para a composição, os teores de umidade ($P < 0.033$) e proteína ($P < 0,026$) do peito SEV foram influenciados. Os peitos com presença de miopatias MOD e SEV apresentaram maior oxidação lipídica ($P < 0,001$), valores de pH mais altos no tratamento SEV ($P < 0,004$), as perdas por cocção aumentaram para MOD e SEV ($P < 0,001$), diminuição na capacidade de retenção para MOD e SEV ($P < 0,001$) e diminuição na força de cisalhamento para MOD e SEV ($P < 0,001$) quando comparado aos peitos normais, a partir do dia 03 os peitos MOD já extrapolaram o limite microbiológico aceitável para a carne de frango in natura. Durante o período de avaliação visual dos peitos com presença de miopatias, os consumidores atribuíram pontuações mais altas para os peitos NOR ($P < 0,001$) do que as carnes com miopatias MOD e SEV e à intenção de compra a carne dos peitos NOR resultaram na maior disponibilidade de compra quando comparado a carne com presença de diferentes graus de miopatias MOD e SEV que também possuíram impacto na composição, propriedades tecnológicas e aceitação sensorial visual dos consumidores, mostrando que está é uma questão de qualidade importante para a indústria avícola.

Palavras-chave: Composição química, filé de peito de frango, oxidação lipídica, qualidade da carne.

CAPTER II- TECHNOLOGY QUALITY AND VISUALACCEPTANCE OF BROILER MEAT WITH DIFFERENT MYOPATHIES SCORES

ABSTRACT

The effects of different scores of White Stripe and *Wooden breast* myopathy was evaluated in broilers chicken breasts. The technological characteristics and meat composition were investigated using 35 boneless chicken breasts without myopathy, 35 boneless chicken breasts with moderate myopathy (MOD) and 35 boneless chicken breasts with severe myopathy (SEV). Besides that, the effect of visual acceptance and buying intention of the consumer were also evaluated. For composition, humidity content ($P < 0.033$) and protein content ($P < 0.026$) of the MOD breasts were influenced. The breasts with myopathy presented higher lipidic oxidation ($P < 0.001$), higher pH values ($P < 0.004$), the losses for cooking, water retention capacity and shear force were higher compared with normal breasts. Furthermore, from day three, the MOD breasts had already exceeded the acceptable microbiological limit for fresh chicken meat. During the period of visual evaluation of the chicken breasts with myopathy, the consumers attributed higher grades to the NOR breasts ($P < 0.001$) than the meats with myopathy. For intention of buying, the NOR breasts resulted in greater willingness to purchase meat. The presence of different scores of myopathies had impact in composition, technological properties and sensorial visual acceptance of consumers, showing that this is an important quality issue for the poultry industry.

Keywords: chemical composition, chicken breast fillet, lipid oxidation, meat quality.

1. INTRODUÇÃO

O consumo de carne de frango tem crescido a cada dia devido aos seus excelentes atributos como seu preço mais baixo, facilidade de cozimento, baixo teor de gordura e teor relativamente alto de ácidos graxos poliinsaturados (PUFAs) quando comparada as carnes bovina e suína (CHMIEL et al., 2019). Para atender à crescente demanda por carne de frango, nas últimas décadas, os frangos de corte foram selecionados para produzir mais em um menor espaço de tempo (DALLE ZOTTE et al., 2017). No entanto, a seleção levou a um aumento da incidência de anormalidades musculares, como carne de espaguete listras brancas; peito amadeirado; entre outras (ZHANG et al., 2020).

As miopatias de peito amadeirado (WB) e estrias brancas (WS) estão associadas à rápida taxa de crescimento e ao grande tamanho das aves modernas e são uma importante questão para a indústria avícola, uma vez que sua presença ocasiona perdas econômicas significativas (MALILA et al., 2018; XIONG et al., 2020). A presença de miopatias têm um impacto negativo não apenas na aparência visual da carne, como podem impactar diretamente na qualidade de produtos frescos e também nas propriedades tecnológicas da carne em produtos processados (BOWKER et al., 2019)

Consequentemente, essas miopatias podem afetar características que influenciam o julgamento do consumidor como suculência, maciez, cor, sabor, bem como as propriedades associadas a aspectos tecnológicos da carne, pH, capacidade de retenção e ligação de água, textura (GRATTA et al., 2019; KUTTAPPAN et al., 2016; TASONIERO et al., 2016), além de ser uma preocupação significativa para a indústria avícola por causa dos possíveis efeitos sobre a vida útil microbiana e a segurança alimentar da carne vendida fresca e usada para processamento (PETRACCI et al., 2019; TIJARE et al., 2016).

Assim, o presente estudo teve como objetivo avaliar o efeito dos diferentes graus de miopatias WS e WB nas características tecnológicas, composição química e microbiológicas e aceitação visual do consumidor durante o armazenamento comercial por 5 dias de peito de frango *in natura*.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1. PREPARAÇÃO DAS AMOSTRAS E TRATAMENTOS

Um total de 105 peitos desossados e sem pele (*Pectoralis major*) foram obtidos, selecionados de um único lote, de uma unidade comercial de processamento de frangos na região Oeste do estado do Paraná, Brasil. A identificação de miopatias nos peitos de frango e o estabelecimento de o grau de severidade, foram realizados por exame visual e de palpação do músculo do peito de frango, proposta por Kuttappanet al. (2013) e Sihvo et al. (2017) descrito na TABELA 1. Os peitos de frango foram distribuídos entre os tratamentos: 35 peitos de frango sem anormalidades ou colocar normais (NOR), 35 peitos de frango com miopatia moderada (MOD) e 35 peitos de frango com miopatia severa (SEV), foram coletadas num tempo inferior a 1 hora após a morte, embaladas em sacos plásticos, armazenadas sob refrigeração (4 °C) e transportadas para o laboratório de Experimentação Avícola da Universidade Federal do Paraná- Setor Palotina. Os peitos foram distribuídos aleatoriamente, embalados em uma bandeja de poliestireno individual, envolvida com um filme retrátil (Goodyear1, Americana, São Paulo, Brasil) e armazenados refrigerados em vitrine iluminada a 4 ± 1 °C sob luz (lâmpada fluorescente, 1200 lux, 12 h dia⁻¹), simulando condições típicas do mercado brasileiro. Em cada dia de amostragem, 30 amostras (10 peitos NOR, 10 peitos MOD e 10 peitos SEV) foram removidas aleatoriamente aos 1, 3 e 5 dias de exibição (armazenamento), para análises de qualidade da carne. Para a análise visual, foram utilizados 5 peitos de cada tipo de carne.

TABELA 1 - PARÂMETROS DE AVALIAÇÃO DO GRAU DE SEVERIDADE DO PEITO.

PARÂMETROS	GRAU DE SEVERIDADE DA MIOPATIA		
	NORMAL	MODERADO	SEVERO
Consistência	Normal	Dura	Muito dura
Cor	Normal	Normal	Pálida
Presença de protuberância	Não presente	Não presente	Presente
Presença e consistência do exsudato	Não presente	Não presente	Presente
Presença e extensão da hemorragia	Não presente	Não presente	Presente
Extensão da hemorragia	Não presente	< 3 mm	≥ 3 mm
Presença e extensão de WS	Não presente	Estriação 1 a 2mm cobrindo a superfície da mama extensivamente	Estriação > 2mm cobrindo a superfície da mama extensivamente

FONTE: Adaptado de Kuttappanet al. (2013) e Sihvo et al. (2017).

2.2. COMPOSIÇÃO QUÍMICA

Os teores de umidade e cinzas foram determinados de acordo com o Association of Official Analytical Chemists AOAC (1990), por secagem a 105 °C até peso constante (método 950.46B), e incineração em mufla a 550 °C (método 920.153), respectivamente. A proteína bruta foi obtida pelo método Kjeldahl AOAC (1990). Os lipídios totais foram extraídos usando Bligh & Dyer (1959), com uma mistura de clorofórmio / metanol. O calórico valor foi obtido pela soma de proteínas, carboidratos e lipídios, que foi multiplicado pelos fatores 4, 4 e 9, respectivamente NEPA- Unicamp (2011).

2.3. QUALIDADE DE CARNE

2.3.1. Oxidação lipídica

O teor de malonaldeído (MDA) na carne foi quantificado usando o ensaio de substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS) adaptado por Vital et al. (2016). A amostra (5 g) de peito de frango moído de cada tratamento onde foi

misturada com (10 mL) solução de TCA (7,5% TCA, 0,1% de EDTA e 0,1% de ácido gálico), homogeneizada utilizando um Ultra Turrax e posteriormente centrifugada a 4 °C por 15 min e 4000 rpm. O sobrenadante foi filtrado e misturado com reagente TBARS (1: 1 v / v) (TCA a 15%, ácido tiobarbitúrico a 1% e 562,5 µM de HCl). A mistura foi fervida (100 °C) por 15 min, resfriada e a absorbância a 532 nm foi comparada com o padrão MDA. Os resultados serão expressos em mg MDA por kg⁻¹ de carne.

2.3.2. pH

O pH foi medido em duplicata nas extremidades cranial e caudal, usando um medidor de pH equipado com um eletrodo de pH de penetração.

2.3.3. Perda por cocção e capacidade de retenção de água

A perda por cocção foi avaliada de acordo com Dalle Zotte et al. (2017), onde as amostras de peitos foram previamente pesadas, embaladas individualmente em sacos de polipropileno, e colocadas em banho maria a 80 °C e cozidas até a temperatura interna atingir 78 °C. Logo em seguida, as amostras foram resfriadas (25 °C) e as perdas avaliadas como percentual do peso inicial da amostra. A capacidade de retenção de água dos peitos foi avaliada segundo Bridi & Silva (2009) onde, uma porção dos peitos foi retirada (2g) e colocada entre dois papéis de filtro. Os papeis então foram submetidos a pressão (10 kg/ 5 min) e posteriormente pesadas para determinar a quantidade de água liberada. O resultado expresso em percentagem de água exsudada da amostra inicial.

2.3.4. Força de cisalhamento

A força de cisalhamento dos peitos foi medida usando um analisador de textura, equipado com uma lâmina Warner-Bratzle de acordo com Honikel (1998), configurado com uma célula de carga de 5 kg e uma velocidade de cruzamento de 1 mm/s. O peito foi cortado em pedaços retangulares de seção transversal de 1 cm² (dez pedaços por peito), que serão cortados perpendicularmente as fibras.

2.3.5. Análises microbiológicas

A análise microbiana foi realizada para todos os peitos de frango de acordo com os limites estabelecidos pela resolução RDS nº12 de 2 de janeiro de 2001 da Anvisa onde o limite máximo de coliformes a 45 °C/g é 5×10^3 para verificar a qualidade microbiológica das amostras. Os coliformes a 45 °C foram expressos como número mais provável (NMP) / g de amostra.

2.4. ACEITAÇÃO VISUAL DO CONSUMIDOR

Para a avaliação visual da carne e intenção de compra foram realizadas os peitos foram seccionados e porção direita foi embalada em bandejas de poliestireno envoltas em filme (Goodyear®, Americana, São Paulo, Brasil, permeabilidade de oxigênio $8200 \text{ cm}^3/\text{m}^2$ por dia e taxa de umidade relativa $262 \text{ cm}^3 / \text{m}^2$ por dia⁻¹), depois colocados em um display refrigerado e iluminado a 4 ° C e sob luz (lâmpada fluorescente, 380 lux, 12 h dia⁻¹), simulando as condições típicas do mercado brasileiro.

As fotos foram produzidas em condições padronizadas seguindo a metodologia proposta por Passetti et al. (2017) com modificações. Os peitos foram fotografados todos os dias até o quinto dia de avaliação, usando um celular (Redmi Note 8 Xiami) acoplado em um suporte fotográfico fechado fixado perpendicularmente a 45 cm da superfície da amostra de carne, contendo duas lâmpadas D65 tubo fluorescentes para uniformidade da amostra e também para evitar a exposição à luz externa. A câmera foi ajustada em: modo manual; velocidade do obturador, 1/20; tamanho da abertura; distância focal 40 mm. As imagens foram armazenadas e transferidas para o computador como arquivo JPEG. As fotografias foram projetadas aleatoriamente e individualmente em um computador (Pixels).

A avaliação ocorreu com avaliadores semi-treinados (n = 25) que consumiam carne de frango regularmente (pelo menos duas vezes por semana) e foram recrutados no Campus da Universidade Federal do Paraná- Setor Palotina. Cinquenta provadores foram selecionados arbitrariamente com base das características demográficas representando o perfil da população brasileira quanto ao sexo (48,7% homens, 51,3% mulheres) e idade (25,5% dos indivíduos

tinham <24 anos, 39,6% tinham entre 25 e 44 anos, 21,5% tinham entre 45 e 64 anos idade e 13,4% tinham > 65 anos).

As análises foram realizadas no laboratório de experimentação animal de da Universidade Federal do Paraná – Setor Palotina, em local apropriado contendo cadeiras confortáveis ergonomicamente e iluminação adequada. Os avaliadores realizaram as análises em 75 fotos no total, sendo: 5 peitos de frango; 3 tipos de anomalias na carne e 5 dias de exposição em vitrine refrigerada) correspondentes das amostras em ordem randomizada. A avaliação da aceitabilidade da cor da carne foi feita usando a escala (1 = não gosto extremamente; 9 = gosto extremamente), sem o ponto central neutro (nem gosto nem não gosto), desconsiderando outros aspectos como tamanho, exudato e gordura subcutânea. Assim como a intenção de compra também foi registrada, perguntando em cada amostra se ele possuía intenção de comprar ou não.

2.5. ANÁLISES ESTATÍSTICAS

As análises estatísticas foram realizadas no programa SPSS versão 21.0 para Windows (IBM SPSS Statistics, SPSS, Inc., Chicago, IL, EUA). O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com três tratamentos (NOR, MOD e SEV) em triplicata e três tempos de armazenamento (1, 3 e 5 dias). A significância das diferenças entre tratamentos e tempos de armazenamento foi confirmada usando o teste de Tukey em $P < 0,05$.

Os testes de avaliação visual foram avaliados via ANOVA, usando o modelo Linear Geral (GLM). Para a avaliação visual, os meios dos avaliadores respostas (aceitabilidade visual e intenção de comprar) para cada peito. Onde, os atributos visuais foram avaliados considerando tipos de carne e tempo de exibição como efeitos fixos. Da mesma forma, na avaliação de intenção de compra do consumidor, tipos de carne e o tempo de envelhecimento foram considerados efeitos fixos e o consumidor foi incluído como um efeito aleatório. As diferenças foram avaliadas usando Teste de Tukey ($P < 0,05$). Respostas relacionadas a hábitos e preferências de consumo foram analisados pela frequência de resposta.

2.6. APROVAÇÃO DO COMITÊ DE ÉTICA

O projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética Humano da Universidade Federal do Paraná - Setor Palotina n ° 22595419.7.0000.0102.

3. RESULTADOS

3.1. COMPOSIÇÃO QUÍMICA DA CARNE DE FRANGO

A TABELA 2 apresenta a composição dos peitos de frango com diferentes graus de miopatia. Os teores de gordura, cinzas e valor calórico ($P > 0.05$) e não foram diferentes entre os tratamentos. Foram observadas diferenças para os teores de umidade ($P < 0.033$) e proteína ($P < 0.026$).

TABELA 2 - COMPOSIÇÃO QUÍMICA DA CARNE DE FRANGO AFETADA POR DIFERENTES GRAUS DE MIOPATIAS.

TIPOS DE CARNE	UMIDADE (%)	PROTEÍNA (%)	LIPÍDEOS (%)	CINZAS (%)	CALORIAS (Kcal/100g)
NOR ¹	75,25 ^a	20,71 ^a	2,09	1,14	101,69
MOD ²	76,73 ^{ab}	18,33 ^{ab}	2,34	1,01	95,13
SEV ³	77,12 ^b	17,79 ^b	2,94	0,99	97,65
<i>p-value</i>	0,033	0,026	0,330	0,078	0,135
SEM	0,332	0,535	0,222	0,032	1,369

Letras minúsculas diferentes na mesma coluna são significativamente diferentes. NOR - peitos não afetados por miopatia, MOD- peitos afetados com miopatia moderada, SEV- peitos afetados com miopatia severa. SEM: Erro padrão de médias.

FONTE: O autor (2020)

3.2. QUALIDADE DE CARNE

A oxidação lipídica dos peitos de frango foi medida pela produção de malonaldeído (MDA) (TABELA 3). A oxidação das amostras foi influenciada pelas anomalias ($P < 0,004$) e pelo armazenamento ($P < 0,001$). Os peitos com presença de miopatias apresentaram maior oxidação lipídica em relação aos peitos normais. Além disso, a oxidação lipídica aumentou com o aumento do tempo de armazenamento ($P < 0,001$), com o aumento mais acentuado aos 5 dias de armazenamento refrigerado. Contudo, quando os efeitos de ambos os fatores foram avaliados, nenhuma interação observada.

A TABELA 3 apresenta os valores dos parâmetros físico-químicos dos peitos sem e com presença de diferentes graus de miopatias em função de tempo de armazenamento.

O pH foi alterado pela ocorrência de miopatias. Peitos com presença de miopatias (MOD e SEV) apresentaram valores de pH mais altos ($P < 0,004$) quando comparado aos peitos normais. Contudo, durante o armazenamento o pH não sofreu modificação ($P > 0,05$) (TABELA 3).

TABELA 3- EFEITO DA OCORRÊNCIA DE MIOPATIAS E DO TEMPO DE ARMAZENAMENTO NA QUALIDADE DA CARNE DE PEITO DE FRANGO.

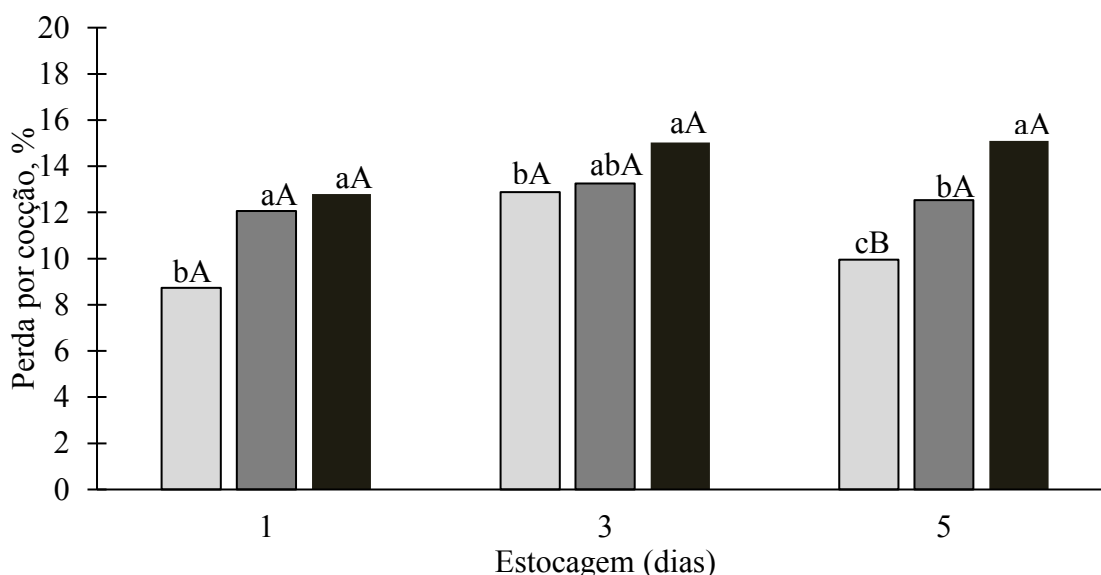
	TIPO DE CARNE			EXPOSIÇÃO (DIAS)			P-VALUE			
	NOR ¹	MOD ²	SEV ³	1	3	5	P _{TIPO} ⁴	P _{exposição} ⁵	P _{txe} ⁶	SEM ⁷
TBARS ⁸ (mg MDA/g)	0,49 ^b	0,61 ^a	0,67 ^a	0,40 ^C	0,57 ^B	0,82 ^A	<0,001	<0,001	0,295	0,026
pH	5,70 ^a	5,85 ^b	5,87 ^b	5,77	5,77	5,85	0,004	0,215	0,151	0,026
PERDA COCÇÃO (%)	10,52 ^c	12,61 ^b	14,29 ^a	11,19 ^C	12,51 ^B	13,71 ^A	<0,001	<0,001	0,022	0,364
CRA ⁹ (%)	19,86 ^b	25,91 ^a	26,72 ^a	22,66 ^B	24,32 ^{AB}	25,72 ^A	<0,001	0,015	0,051	0,548
TEXTURA (kgf)	1,90 ^b	2,02 ^{ab}	2,58 ^a	2,15	2,12	2,23	0,019	0,910	0,076	0,112

Letras minúsculas diferentes na mesma linha são significativamente diferentes para tipo de carne ($p < 0,05$). Letras maiúsculas diferentes na mesma linha são significativamente diferentes para armazenamento ($p < 0,05$). ¹NOR - peitos não afetados por miopatia, ²MOD- peitos afetados com miopatia moderada, ³SEV- peitos afetados com miopatia severa. ⁴Ptipo – efeito do tipo de carne; ⁵Pexposição – efeito dos dias de exposição; ⁶Ptxe – interação entre tipos de carne e dias de exposição; ⁷SEM: Erro padrão de médias. ⁸TBARS- substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico. ⁹CRA-Capacidade de retenção de água.

FONTE: O autor (2020)

Na perda por cocção foram observadas diferenças ($P < 0,001$) e na capacidade de retenção de água ($P < 0,001$) dos peitos. Os peitos com presença de miopatia severa (SEV) apresentaram maior perda durante o cozimento (TABELA 3). Além disso, as perdas por cocção aumentaram ($P < 0,001$) com o aumento do tempo de armazenamento. Quando os efeitos de ambos os fatores foram avaliados, uma interação entre eles foi observada (TABELA 3), conforme ilustrado na (Figura 2). Os peitos com miopatia (MOD E SEV) apresentaram diferenças ($P < 0,004$) em relação ao peito NOR já no primeiro dia de armazenamento. Ao terceiro dia peitos (NOR e MOD), apresentaram perdas por cocção semelhantes, não diferindo entre si ($P > 0,05$), entretanto, os peitos com miopatia SEV apresentaram valores superiores ($P < 0,024$). Ao final do período de armazenamento, todos os tratamentos diferiram entre si ($P < 0,001$), onde as maiores perdas foram para os peitos com presença de miopatias MOD e SEV.

FIGURA 2 - INTEIRAÇÃO ENTRE TRATAMENTOS E TEMPO DE ARMAZENAMENTO NAS PERDAS DE COZIMENTO DE CARNE DE FRANGO.



FONTE: O autor (2020)

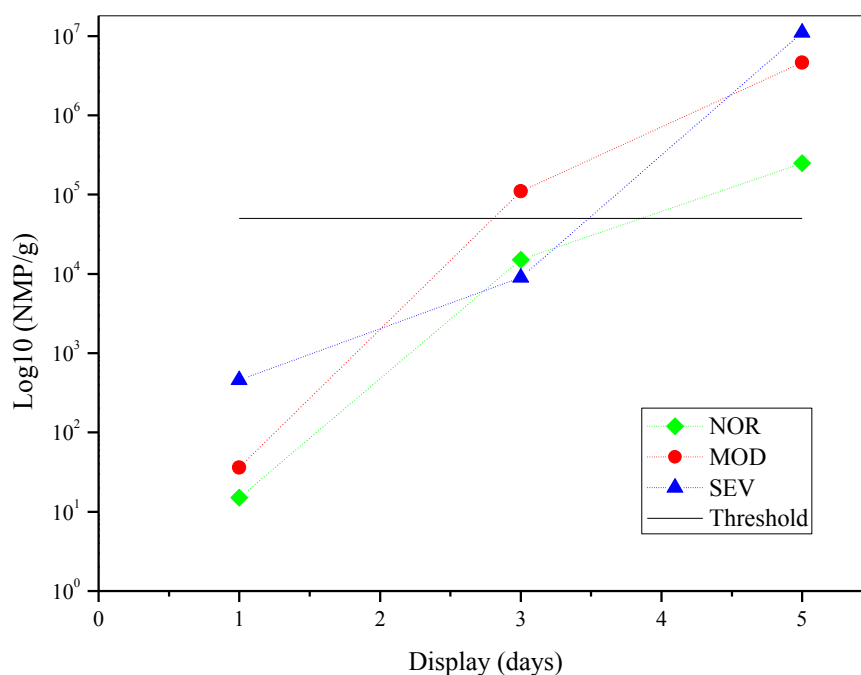
LEGENDA: Letras minúsculas diferentes são significativamente diferentes para os dias de exposição. Letras maiúsculas diferentes são significativamente diferentes para o tratamentos ($p < 0,05$). Os resultados são expressos em média (■ nor; ■ mod; ■ sev).

Os peitos com presença de miopatia MOD e SEV, não apresentaram diferença durante o armazenamento ($p > 0,267$; $p > 0,054$). Já os peitos NOR, apresentaram maiores perdas por cocção nos dias 1 e 3 de armazenamento ($p < 0,001$).

A presença de miopatias apresentou efeito ($P < 0,001$) na força de cisalhamento dos peitos (TABELA 3). Peitos NOR tiveram valores de cisalhamento mais baixos em comparação com MOD e SEV, que não diferiram entre si. No entanto, o armazenamento, não modificou a maciez dos peitos ($P > 0,05$).

Os parâmetros de crescimento microbiano de Coliformes a 45 °C foram diferentes entre o peito NOR e os afetados por miopatias (MOD e SEV) durante o armazenamento (FIGURA 3). O limite foi definido como 5 log₁₀ CFU / g de coliformes a 45 °C acordo com a regulamentação técnica (Brasil, 2001), que determina para frango in natura tolerância máxima.

FIGURA 3 - EFEITO DAS MIOPATIAS DE PEITO NA VIABILIDADE DE COLIFORMES A 45 °C (NMP/G) EM PEITOS DE FRANGO ARMAZENADOS DURANTE 5 DIAS A 4 °C \pm 1 °C.



FONTE: O autor (2020)

Todos peitos (NOR, MOD e SEV) apresentaram contagens inferiores ao limite no dia 01 de armazenamento, a partir o dia 03 os peitos MOD já extrapolaram o limite microbiológico aceitável para a carne de frango in natura. Os peitos NOR e SEV sofreram uma deterioração microbiana posterior, enquanto os peitos MOD começaram já no dia 03 de armazenamento. Portanto, um limite de vida de prateleira ($5 \log 10$ CFU Coliformes a 45°C / g) foi alcançado mais cedo em peitos MOD do que em peitos NOR e SEV. Ao final do armazenamento a contagem final foi semelhante para todos os tipos de carne.

Durante o período de avaliação visual dos peitos com presença de miopatias, os consumidores atribuíram pontuações mais altas, as carnes NOR ($P < 0,001$) do que as carnes MOD e SEV (TABELA 4). Ao longo do período de estocagem de 5 dias, a aceitação do consumidor quanto à aparência diminuiu significativamente.

A TABELA 5 apresenta a análise de regressão da aceitabilidade visual para os diferentes tipos de carne, os escores visuais apresentaram maior relação com os dias de exibição na forma de equação quadrática, no entanto, estes não apresentaram ($R^2 < 0,90$). Porém, de acordo com as equações, a aceitação visual foi diferente entre os tipos de carne. O tempo máximo de exposição em que os consumidores deram pontuações positivas (acima de 5) aos peitos de frango foi de 2,4 dias para carne NOR, 1,22 e 1,77 dias para as carnes MOD e SEV respectivamente, depois desse tempo, os valores ficaram abaixo de 5 e os peitos passaram a ser considerados como não aceitos pelos consumidores.

Em relação à intenção de comprar a carne (TABELA 6), os peitos NOR resultaram na maior aceitabilidade de compra da carne, enquanto os MOD e SEV foram associados a uma menor disposição de comprar a carne ($p < 0,001$). Em relação ao tempo de exposição, a vontade de comprar a carne diminuiu com o aumento dos dias de armazenamento. O terceiro dia representou um ponto de viragem (pontuação acima de 1,5, onde 1 representa 'sim, eu compraria' e 2 representa 'não, eu não compraria'). Assim, o peito NOR foi mais aceito do que os peitos MOD e SEV.

TABELA 4 - AVALIAÇÃO VISUAL DA CARNE DE PEITO DE FRANGO COM MIOPATIAS DURANTE O TEMPO DE ESTOCAGEM (N = 25 AVALIADORES)

TIPO DE CARNE			1	2	3	4	5	SEM ⁴	P _{exposição} ⁵	P _{tipo} ⁶	P _{txe} ⁷
NOR ¹	MOD ²	SEV ³									
5,48 ^a	4,34 ^b	4,57 ^b	5,80 ^A	5,42 ^A	4,77 ^B	4,26 ^{BC}	3,75 ^C	0,073	<0,001	<0,001	<0,001

Letras minúsculas diferentes na mesma linha são significativamente diferentes para tipo de carne ($p < 0,05$). Letras maiúsculas diferentes na mesma linha são significativamente diferentes para armazenamento ($p < 0,05$). ¹NOR - peitos não afetados por miopatia, ²MOD- peitos afetados com miopatia moderada, ³SEV- peitos afetados com miopatia severa. ⁴SEM: Erro padrão de médias; ⁵P_{exposição} – efeito dos dias de exposição; ⁶P_{tipo} de carne – efeito do tipo de carne; ⁷P_{txe} – interação entre tipos de carne e dias de exposição.

FONTE: O autor (2020)

TABELA 5 - ANÁLISE DE REGRESSÃO DA ACEITABILIDADE VISUAL DA CARNE DE FRANGO COM PRESENÇA DE MIOPATIAS

TIPO DE CARNE	DIAS	EQUAÇÃO	P-valor	R ²
¹ NOR ^a	2,40	$y = -1,116x^2 + 0,116x + 6,644$	<0,001	0,098
² MOD ^b	1,22	$y = -0,207x^2 - 0,81x + 6,292$	<0,001	0,060
³ SEV ^c	1,70	$y = -0,306x^2 - 0,86x + 7,348$	<0,001	0,035

¹NOR - peitos não afetados por miopatia, ²MOD- peitos afetados com miopatia moderada, ³SEV- peitos afetados com miopatia severa.

FONTE: O autor (2020)

TABELA 6 - INTENÇÃO DE COMPRA DE PEITO DE FRANGO COM PRESENÇA DE MIOPATIAS DE DIFERENTES GRAUS DURANTE O TEMPO DE EXIBIÇÃO.

TIPOS DE CARNE			EXPOSIÇÃO (DIAS)					SEM ⁴	P _{tipo} ⁵	P _{exposição} ⁶	P _{txd} ⁷
NOR ¹	MOD ²	SEV ³	1	2	3	4	5				
1,45 ^a	1,75 ^b	1,68 ^b	1,33 ^D	1,43 ^C	1,53A ^B	1,91 ^A	1,94 ^A	0,018	<0,001	<0,001	<0,001

Letras minúsculas diferentes na mesma linha são significativamente diferentes para tipo de carne ($p < 0,05$). Letras maiúsculas diferentes na mesma linha são significativamente diferentes para armazenamento ($p < 0,05$). ¹NOR - peitos não afetados por miopatia, ²MOD- peitos afetados com miopatia moderada, ³SEV- peitos afetados com miopatia severa. ⁴SEM: Erro padrão de médias; ⁵Ptipo – efeito do tipo de carne; ⁶Pexposição – efeito dos dias de exposição; ⁷Ptxe – interação entre tipos de carne e dias de exposição.

FONTE: O autor (2020)

4. DISCUSSÃO

4.1. COMPOSIÇÃO QUÍMICA

O maior teor de umidade e menor níveis de proteína encontrados na carne de peito do tratamento SEV concordam com os resultados de Petracci et al. (2014), que descobriram que os filés de frango WS apresentaram maior teor de gordura e colágeno e menor teor de proteínas. Kuttappan et al. (2013) relatam que peitos com presença de miopatia WS severa apresentaram menor teor de proteína em comparação com filés normais, embora não encontrassem efeitos no teor de umidade e cinzas. De acordo com Lorenzi et al. (2014) essas alterações na composição, podem determinar uma forte redução do valor nutricional da carne de peito de frango, efeito este, visto no presente estudo, no entanto a diminuição não foi significativa ($P>0,05$).

4.2. QUALIDADE DE CARNE

Em carne e produtos à base de carne, a oxidação lipídica é o principal fator não microbiano responsável pela deterioração e perda de qualidade (PETRACCI et al., 2019; XIONG et al., 2020). Estudos anteriores demonstraram que o pH da carne, foi alterado após a ocorrência de miopatias (ALNAHHAS et al., 2016; DALLE ZOTTE et al., 2017; PETRACCI et al., 2019). Baldi et al. (2018) sugerem que a seleção para o aumento do músculo peitoral pode resultar em reduzida vascularização muscular e, conseqüentemente, alterações na glicólise, prejudicando o fornecimento de energia às fibras musculares, propiciando o aumento do pH.

Para os achados neste estudo que mostraram uma maior perda de líquidos durante o cozimento e uma diminuição da capacidade de retenção de água no tratamento moderado. Petracci et al. (2014) descrevem que a degeneração muscular resultante da presença de miopatias diminui o conteúdo muscular de proteínas contráteis (actina, miosina), levando à redução da capacidade dos músculos de se ligarem e reter água. Tijare et al. (2016) sugerem que graus severos de listras brancas e peito amadeirado, isolados ou combinados, afetam negativamente alguns aspectos da qualidade da carne, especialmente os atributos de capacidade de retenção de água e perda de cozimento.

Para a força de cisalhamento, os peitos NOR e MOD, apresentaram uma textura mais macia que os peitos SEV, o que de acordo com Huang & Ahn, (2018) pode ter ocorrido devido a presença de miopatias que esteja associada a alterações histopatológicas, causando alterações na textura dos peito de frango(HUANG& AHN, 2018).

Trocino et al. (2015) ao avaliarem peitos com presença de miopatia, relatou que que os os tecidos apresentavam danos, contribuindo para modificação da estrutura da carne. Assim, a modificação muscular pode ser parcialmente responsável pela dureza muscular (SIHVO et al., 2017).

Os resultados desta pesquisa mostram que no os peitos de frango NOR e SEV estavam de acordo com os parâmetros microbiológicos estabelecidos pela legislação brasileira até o dia 3 de armazenamento, no entanto, os peitos severos já eram considerados impróprios. No dia 5, todos os peitos foram considerados impróprios para consumo. As condições microbiológicas são sendo um fator muito importante para manter inocuidade dos alimentos que chegam até o consumidor (FACHINELLO et al., 2018). A presença de microrganismos está diretamente ligada aos processos de degradação dos compostos e degradação da carne, propiciando a produção de sabores desagradáveis, odores estranhos, cores anormais e limos (GRATTA et al., 2019).

4.3. ACEITAÇÃO VISUAL DO CONSUMIDOR

A associação entre cor e frescor varia de consumidor, no entanto o declínio gradual na aceitabilidade visual era esperado devido aos processos oxidativos que causam a deterioração da carne (PASSETTI et al., 2017).

A avaliação visual teve maior aceitação da carne normal quando comparado a carne com miopatias (MOD e SEV), ao se avaliar o armazenamento em dias temos o ponto de inflexão no 3º dia, este ponto de inflexão foi estabelecido segundo Passetti et al., 2019

Passetti et al. (2019) relata que para se obter um modelo de regressão robusto para a determinação da vida de prateleira, deve-se ter um número mínimo de 8 pontos

distribuídos antes e depois do ponto de inflexão (escores = 5,0), o que justifica os baixos R^2 encontrados neste estudo.

Na análise de regressão da aceitabilidade visual da carne a carne sem miopatia (NOR) obteve 2,4 dias de aceitação, porém as carne com miopatias obtiveram aceitação menor em dias comparado a normal 1,22 dias na MOD e 1,70 dias na SEV.

Sobre a intenção de compra onde a nota 1 “eu compraria” e 2 “eu não compraria” percebemos que os peitos com miopatias tiveram menor intenção de compra quando comparado ao peito normal (1,45 NOR, 1,75 MOD e 1,68 SEV), ao avaliar o tempo de exposição no 3º dia tivemos o ponto de viragem (1,53) onde a maioria dos consumidores não tenha intenção de compra da carne avaliada.

A presença de miopatias penaliza o nível de aceitabilidade e intenção de compra de peitos de frango crus (PETRACCI et al., 2013). De Carvalho et al. (2020) relatam, que mesmo os consumidores não conhecendo as características da presença de miopatias, eles identificam as marcas brancas como um atributo negativo frequentemente associado a marmoreio ou outra aparência anormal incomuns para um peito de frango, resultando em menor aceitabilidade visual e intenção de compra do produto.

5. CONCLUSÃO

Com base nos resultados obtidos, pode-se constatar que a presença de diferentes graus de miopatias tiveram impacto na composição, propriedades tecnológicas e aceitação sensorial visual dos consumidores, mostrando que está é uma questão de qualidade importante para a indústria avícola. Com estas alterações, diminuição de aceitabilidade e intenção de compra observadas para os peitos com presença de miopatias MOD e SEV carne de peito de frango, estas poderão ser destinadas ao processamento minimizando assim os prejuízos causados pelas miopatias ao setor avícola.

REFERÊNCIAS

ALNAHHAS, N.; BERRI, C.; CHABAULT, M.; CHARTRIN, P.; BOULAY, M.; BOURIN, M.C.; BIHAN-DUVAL, E.L. Genetic parameters of white striping in relation to body weight, carcass composition, and meat quality traits in two broiler lines divergently selected for the ultimate pH of the pectoralis major muscle. **BMC Genetics**, v.17, n.1, p.1-9, 2016.

AOAC. **Association of Official Analytical Chemists. Official Methods of analysis: Moisture Content in Plants**. 1ed. 1990.

BALDI, G.; SOGLIA, F.; MAZZONI, M.; SIRRI, F. Implications of white striping and spaghetti meat abnormalities on meat quality and histological features in broilers. **Animal**, v.12, n.1, p.164-173, 2018.

BLIGH, E.G., DYER, W. J.A rapid method of total lipid extraction and purification. **Canadian Journal of Biochemistry and Physiology**, v.37, n.8, p.911-917, 1959.

BOWKER, B.; ZHUANG, H.; YOON, S. C.; TASONIERO, G.; LAWRENCE, K. Relationships between attributes of woody breast and white striping myopathies in commercially processed broiler breast meat. **Journal of Applied Poultry Research**, v.28, p.490-496, 2019.

BRIDI, A.M.; SILVA, C.A. **Avaliação da carne suína**. ed. Londrina: Midiograf. p.120, 2009.

CARVALHO, L.M.; VENTANAS, S.; OLEGARIO, L.S.; MADRUGA, M.S.; ESTÉVEZ, M. Consumers awareness of white-striping as a chicken breast myopathy affects their purchasing decision and emotional responses. **LWT- Food Science and Technology**, v.131, 2020.

CHMIEL, M.; ROSZKO, M.; ADAMCZAK, L.; FLOROWSKI, T.; PIETRZAK, D. Influence of storage and packaging method on chicken breast meat chemical composition and fat oxidation. **Poultry Science**, v.98, n.6, p.2679-2690, 2019.

DALLE ZOTTE, A.; TASONIERO, G.; PUOLANNE, E.; et al. Effect of “wooden breast” appearance on poultry meat quality, histological traits, and lesions characterization. **Czech Journal of Animal Science**, v.62, n.2, p.51–57, 2017.

FACHINELLO, M.R.; VITAL, A.C.P.; CHAMBO, A.P.S.; WIELEWSKI, P.; MATUMOTO-PINTRO, P.T. Effect of freeze-dried green tea added in hamburgers as source of antioxidant during freezing storage. **Journal of Food Processing and Preservation**, v.42, n.11, p.1–8, 2018.

GRATTA, F.; FASOLATO, L.; BIROLO, M.; Zomeño, C.; Novelli, E.; Petracci, M.; Pascual, A.; Xiccato, G.; Trocino, A. Effect of breast myopathies on quality and microbial shelf life of broiler meat. **Poultry Science**, v.98, n.6, p.2647-2651, 2019.

HONIKEL, K. Reference Methods for the Assessment of Physical Characteristics of Meat, **Meat Science**, v.49, n.4, p.447-457, 1998.

HUANG, X.; AHN, D.U. The incidence of muscle abnormalities in broiler breast meat - A review. **Korean Journal for Food Science of Animal Resources**, v.38, n.5, p.835–850, 2018.

KUTTAPPAN, V.A.; BREWER, V.B.; MAUROMOUSTAKOS, A.; McKee, S.R.; Emmert, J.L.; Meullenet, J.F.; Owens, C.M. Estimation of factors associated with the occurrence of white striping in broiler breast fillets. **Poultry Science**, v.92, n.3, p.811–819, 2013.

KUTTAPPAN, V.A.; HARGIS, B.M.; OWENS, C.M. White striping and woody breast myopathies in the modern poultry industry: A review. **Poultry Science**, v.95, n.11, p.2724–2733, 2016.

LORENZI, M.; MUDALAL, S.; CAVANI, C.; PETRACCI, M. Incidence of white striping under commercial conditions in medium and heavy broiler chickens in Italy. **Journal of Applied Poultry Research**, v.23, n.4, p.754-758, 2014.

MALILA, Y.; U-CHUPAJ, J.; SRIMARUT, Y.; CHAIWIWATTRAKUL, P.; UENGWETWANIT, T.; ARAYAMETHAKORN, S.; PUNYAPORNWITHAYA, V.; SANSAMUR, C.; KIRSCHKE, C.P.; HUANG, L.; TEPAAMORNDECH, S.; PETRACCI, M.; RUNGRASSAMEE, W.; VISESSANGUAN, W. Monitoring of white striping and wooden breast cases and impacts on quality of breast meat collected from commercial broilers (*Gallus gallus*). **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, v.31, n.11, p.1807-1817, 2018.

MIN, B.; NAM, K.C.; CORDRAY, J.; AHN, D.U. Endogenous Factors Affecting Oxidative Stability of Beef Loin, Pork Loin, and Chicken Breast and Thigh Meats. **Journal of Food Science**, v.73, n.6, p.439–446, 2008.

NEPA- UNICAMP. **Tabela brasileira de composição de alimentos**.2011.

PASSETTI, R.A.C.; RESCONI, V.C.; ÇAKMAKÇI, C.; CAMPO, M.M.; KIRINUS, J.K.; GOMES, PASSETTI, L.C.G.; GUERRE, A.; PRADO, I.N.; SAÑUDO, C. Number of consumers and days of display necessary for the assessment of meat colour acceptability. **Food Research International**, v.121, p.387-393, 2019.

PASSETTI, R. A. C.; TORRECILHAS, J. A.; ORNAGHI, M. G.; MOTTINA, C.; OLIVEIRA, C.A.L.; GUERRERO, A.; CAMPO, M.M.; SAÑUDO, C.; PRADO, I.N. Validation of photographs usage to evaluate meat visual acceptability of young bulls finished in feedlot fed with or without essential oils. **Meat Science**, v.123, p.105-111, 2017.

PETRACCI, M.; MUDALAL, S.; BONFIGLIO, A.; CAVANI, C. Occurrence of white striping under commercial conditions and its impact on breast meat quality in broiler chickens. **Poultry Science**, v.92, n.6, p.1670–1675, 2013.

PETRACCI, M.; MUDALAL, S.; BABINI, E.; CAVANI, C. Effect of White Striping on Chemical Composition and Nutritional Value of Chicken Breast Meat. **Italian Journal of Animal Science**, v.13, n.1, p.3138, 2014.

PETRACCI, M.; SOGLIA, F.; MADRUGA, M.; CARVALHO, L.; IDA, E.; ESTÉVEZ, M. Wooden-Breast, White Striping, and Spaghetti Meat: Causes, Consequences and

Consumer Perception of Emerging Broiler Meat Abnormalities. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, v.18, n.2, p.565–583, 2019.

SIHVO, H.-K.; LINDÉN, J.; AIRAS, N.; IMMONEN, K.; VALAJA, J.; PUOLANNE, E. Wooden Breast Myodegeneration of Pectoralis Major Muscle Over the Growth Period in Broilers. **Veterinary Pathology**, v.54, n.1, p.119-128, 2017.

TASONIERO, G.; CULLERE, M.; CECCHINATO, M.; PUOLANNE, E.; DALLE ZOTTE, A. Technological quality, mineral profile, and sensory attributes of broiler chicken breasts affected by White Striping and Wooden Breast myopathies. **Poultry Science**, v.95, n.11, p.2707-2714, 2016.

TIJARE, V. V.; YANG, F. L.; KUTTAPPAN, V. A.; Alvarado, C.Z.; Coon, C.N.; Owens, C.M. Meat quality of broiler breast fillets with white striping and woody breast muscle myopathies. **Poultry Science**, v.95, n.9, p.2167–2173, 2016.

TROCINO, A.; PICCIRILLO, A.; BIROLO, M.; RADAELLI, G.; BERTOTTO, D.; FILIOU, E.; PETRACCI, M.; XICCATO, G. Effect of genotype, gender and feed restriction on growth, meat quality and the occurrence of white striping and wooden breast in broiler chickens. **Poultry Science**, v.94, n.12, p.1996-3004, 2015.

VITAL, A.C.P.; GUERRERO, A.; MONTESCHIO, J.O.; VALERO, M.V.; CARVALHO, C.B.; ABREU FILHO, B.A.; MADRONA, G.S.; PRADO, I.N. Effect of edible and active coating (with rosemary and oregano essential oils) on beef characteristics and consumer acceptability. **PLOS ONE**, v.11, n.8, p.1-15, 2016.

XIONG, Q.; ZHANG, M.; WANG, T.; WANG, D.; SUN, C.; BIAN, H.; LI, P.; ZOU, Y.; XU, W. Lipid oxidation induced by heating in chicken meat and the relationship with oxidants and antioxidant enzymes activities. **Poultry Science**, v.99, n.3, p.1761-1767, 2020.

ZHANG, Y.; WANG, P.; XU, X.; XIA, T.; LI, Z.; ZHAO, T. Effect of wooden breast myopathy on water-holding capacity and rheological and gelling properties of chicken broiler breast batters. **Poultry Science**, v.99, n.7, p.3742-3751, 2020.

CAPÍTULO III- AVALIAÇÃO DO EFEITO ANTIOXIDANTE DO ÓLEO ESSENCIAL DE CRAVO EM HAMBÚRGUER DE FRANGO COM DIFERENTES GRAUS DE MIOPATIA

RESUMO

O objetivo do presente experimento foi avaliar os efeitos da adição de diferentes antioxidantes em miopatias de hambúrgueres de frango refrigerados por 10 dias. Os efeitos sob a oxidação lipídica, atividade antioxidante, cor instrumental, redução do diâmetro e perda por cocção, foram avaliados. Os hambúrgueres adicionados de óleo essencial (OE) apresentaram diminuição na oxidação lipídica ($P < 0,001$), manutenção da capacidade antioxidante ($P < 0,001$), manutenção da cor vermelha ($P < 0,001$), menores perdas por cozimento ($P < 0,001$) e de redução de diâmetro ($P < 0,001$). Em conclusão, o OE de cravo pode ser usado em produtos de origem animal, a fim de manter/ melhorar sua qualidade durante o prazo de validade, se mostrando um promissor antioxidante natural substituto ao antioxidante sintético BHT, bem como uma opção viável para promoção da utilização de carnes frango com miopatias.

Palavras-chave: Antioxidante, Anomalias de peito, Hamburguer de frango, Qualidade da carne, Oxidação lipídica

CAPTER III- EVALUATION EFFECT OF ANTIOXIDANT ESSENTIAL OIL OF CLOVE IN CHICKEN HAMBURGUER WITH DIFFERENT SCORES OF MYOPHATIES

ABSTRACT

The objective of the present experiment was to evaluate the effect of different antioxidants addition in chicken burgers presenting myopathies, that were refrigerated for 10 days. The effects under lipid oxidation, antioxidant activity, instrumental color, reduced diameter and loss by cooking were evaluated. Hamburgers added with cloves essential oil (OE) showed a decrease in lipid oxidation ($P < 0,001$), maintenance of antioxidant capacity ($P < 0,001$), maintenance of red color ($p < 0.001$), lower losses due to cooking ($P < 0,001$) and reduced diameter ($P < 0,001$). In conclusion, cloves OE can be used in products of animal origin, in order to maintain / improve their quality during the expiration date, proving to be a promising natural antioxidant substitute to the synthetic antioxidant BHT, as well as a viable option for promoting use of chicken meat with myopathies.

Keywords: antioxidant, breast abnormalities, chicken hamburger, meat quality, lipid oxidation.

1. INTRODUÇÃO

Com a demanda global por carne de frango os produtores passaram a otimizar a produção de frangos de corte , passando a selecionar aves de crescimento rápido e alto rendimento de carcaça (PETRACCI et al., 2014). No entanto, esta seleção foi intimamente associada ao aumento das miopatias espontâneas como listras brancas (WS), peito de madeira (WB) e carne de espaguete (SM) surgiram (BALDI et al., 2018). Das quais, as miopatias WS e WB e atraem atenção como um defeito muscular emergente (PETRACCI et al., 2015). Estudos recentes observaram que presença de anomalias de peito traz não apenas uma aparência indesejável e textura da carne crua, mas também pode propiciar deteriorações nas propriedades tecnológicas e atributos de qualidade representando perdas econômicas para a indústria (PETRACCI et al., 2019; SIHVO et al., 2017; ZHANG et al., 2020). Fazendo assim, com que a carne com presença de miopatias seja comumente subutilizada nas plantas industriais. No entanto, com o emprego de tecnologias e compostos que prolonguem a vida útil, ela pode se transformar em subprodutos importantes para a indústria, agregando valor e melhorando a aceitação pelo consumidor (KUTTAPPAN et al., 2016).

A busca por novas alternativas para preservação dos alimentos sem o uso de aditivos sintéticos é de grande interesse para a indústria alimentícia (WANG et al., 2017). Atualmente, a inserção de compostos sintéticos com potencial antioxidante têm se destacado na finalidade de estabilizar o processo oxidativo e prolongar a vida útil de produtos alimentícios; entretanto, estes além do impacto negativo para o ambiente podem trazer uma série de riscos à saúde dos consumidores, devido aos possíveis efeitos cancerígenos dos antioxidantes sintéticos (CUNHA et al., 2018).

Diante desse novo cenário, a demanda por preservativos livres de aditivos sintéticos, não-tóxicos e menos agressivos ao meio ambientes têm aumentado (LIU et al., 2017). Em consequência a essa nova tendência a utilização de antioxidantes naturais vêm crescendo (KUMAR et al., 2015) e diversos estudos têm mostrado a eficácia da substituição de antioxidantes sintéticos por compostos de origem natural (ABDALI & AJJI, 2015; MARIA et al., 2017; SHARMA & RAO, 2015; VITAL et al., 2018; WANG et al., 2018).

As ervas ou especiarias são tradicionalmente conhecidas por melhorar a palatabilidade das preparações alimentícias (CARVALHO et al., 2017). Entre as especiarias, o cravo-da-índia (*Syzigium aromaticum* L.) é amplamente utilizado em alimentos por seu poder conservante, possui coloração castanha, aroma agradável e tem um amplo espectro de propriedades, tais como, potencial antioxidante, anti-inflamatório, efeitos analgésicos entre outros (CHEN et al., 2017; EL-MAATI et al., 2015; LU et al., 2011). Seu óleo essencial possui enorme potencial comercial e pode ser usado como conservante em substituição aos conservantes químicos, corantes ou mesmo como especiarias em produtos alimentares (KHALAFALLA et al., 2015; KHALEQUE et al., 2016).

Assim, este estudo teve como objetivo avaliar o potencial antioxidante do óleo essencial de cravo na capacidade de prevenir/retardar a oxidação lipídica em hambúrguer de frango com diferentes graus de miopatias e sua influência nas características físicas, químicas durante 10 dias de armazenamento refrigerado.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1. TIPOS DE CARNE E PREPARAÇÃO DOS HAMBURGUERES

A carne de frango foi obtida de um único lote, de uma unidade comercial de processamento de frangos na região Oeste do estado do Paraná, Brasil. A identificação de miopatias nos peitos de frango e o estabelecimento de o grau de severidade Normal (N) moderado (M) e severo (S), foram realizados por exame visual e de palpação do músculo do peito de frango, proposta por (KUTTAPPAN et al., 2013). Após o abate, o Pectoralis major foi retirado da carcaça e resfriado a 4° C por 5h, embalado e transportado para o laboratório. Os peitos foram então congelados ($-1\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$) e mantidos intactos, até a análise (3 meses de armazenamento).

Os hambúrgueres de peito de frango foram preparados adicionando os ingredientes (carne de frango moída fresca (PM) - 84%; proteína isolada de soja - 3%; sal - 1,5%; glutamato monossódico - 0,1%; alho em pó - 0,1%; cebola em pó - 0,2%;

pimenta - 0,1%; e BHT (0,01%) ou óleo essencial de cravo (0,01%), homogeneizados manualmente por 5 min, para formar uma massa homogênea. O óleo essencial de cravo foi obtido da Ferquima® (Vargem Grande Paulista, São Paulo, Brasil) e o componente majoritário é o Eugenol (BIONDO et al., 2017).

Os diferentes tipos de carne foram classificados como N- carne de peito de frango sem presença de miopatias, M- carne de peito de frango com presença de miopatias de grau moderado e S- carne de peito de frango com presença de miopatias de grau severo, seguido da nomenclatura referente ao uso de antioxidantes, sendo, CN- sem adição de antioxidantes, BT- com adição de 0,01% de BHT e EO - com adição de 0,01% de óleo essencial de cravo para cada um dos tipos de carne, totalizando 9 tratamentos. Cada amostra, com ou sem os respectivos antioxidantes, foi embalada individualmente e acondicionadas em bandejas de poliestireno, individuais e envoltas com filme retrátil (Goodyear1, Americana, São Paulo, Brasil). Os hambúrgueres com e sem antioxidantes foram armazenados sob refrigeração em display iluminado a $4\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$ sob luz (lâmpada fluorescente, 1200 lux, 12 h dia-1), simulando condições típicas do mercado brasileiro. Três réplicas independentes foram realizadas para cada tratamento (triplicatas), foram removidos aleatoriamente em 1, 5 e 10 dias de armazenamento, para análise.

2.2. OXIDAÇÃO LIPÍDICA

Uma amostra de hambúrguer (5 g) foi misturada com solução de TCA (7,5% TCA, 0,1% EDTA e 0,1% ácido gálico) (10 mL), homogeneizada por meio de um vórtice, em seguida, centrifugada a 4000 rpm, a $4\text{ }^{\circ}\text{C}$, por 15 min. O sobrenadante foi filtrado e misturado (1: 1 V / V) com o reagente TBARS (1% TBA, 562,5 mM HCl, 15% TCA). A mistura foi fervida ($100\text{ }^{\circ}\text{C}$) por 15 min, resfriada, e então a absorbância foi medida a 532 nm (VITAL et al., 2016). As concentrações foram determinadas adotando-se uma curva padrão de MDA (utilizando 1,3,3-tetrametoxipropano), variando de 0 a 60 mM. Os resultados foram expressos em mg MDA kg⁻¹ de hambúrguer.

2.3. CONTEÚDO FENÓLICO TOTAL (CFT) E ATIVIDADE ANTIOXIDANTE (ELIMINAÇÃO RADICAL ABTS)

O conteúdo fenólico e a atividade antioxidante dos hamburqueses foi analisado após 1, 5 e 10 dias de armazenamento. Os extratos foram obtidos por extração (1:1 m/V com metanol) em homogeneizador Ultra-Turrax (IKA®-T10, EUA), seguido de centrifugação (4000 rpm, 25 °C por 15 minutos) seguido de filtração em papel quantitativo.

2.3.1. Conteúdo fenólico Total (CFT)

O CFT foi determinado de acordo com (SINGLETON & ROSSI, 1965) com modificações. Uma alíquota de cada extrato (125 µL) foi misturada com 125 µL de reagente Folin-Ciocalteu (1: 1 v/v água destilada) e 2250 µL de carbonato de sódio (28 g/L). As soluções eram em seguida, incubada no escuro a 25 °C por 30 min e a absorbância medida em 725 nm. Os resultados foram expressos em mg equivalente de ácido gálico (GAE) / g de amostra. Uma curva padrão de ácido gálico (0 a 300 mg/L) foi preparada.

2.3.2. Ensaio de eliminação de radicais ABTS

O radical (ABTS*) foi obtido através da interação de solução ABTS 7 mM (5 mL) com 88 mL de persulfato de potássio 140 mM. A mistura foi incubada no escuro a 25 °C durante 16 horas, diluída com etanol até absorbância de 0.70 ± 0.2 . Uma alíquota de 30 µL das amostras foram misturados com 3000 µL da solução ABTS e a absorbância medida em 734 nm após 6 minutos (RE et al., 1999). A atividade de eliminação do radical (%) foi calculada pela (Equação 1):

$$ABTS * (\%) = \left(1 - \left(\frac{A_{\text{sample } t=0}}{A_{\text{sample } t}} \right) \right) * 100 \quad (\text{Equação 1})$$

Onde:

$A_{\text{samplet}=0}$: absorvância da amostra no tempo zero;

A_{samplet} : absorvância da amostra ao longo do tempo.

2.4. COR INSTRUMENTAL DE HAMBÚRGUER

Os parâmetros de cor do CIELab foram registrados usando um cromômetro Minolta CR-400 (Japão) sob iluminação D65, abertura de 8 mm e cone fechado, ajustado no sistema $L^* a^* b^*$, com ângulo de visão de 10° . Seis medições em pontos selecionados aleatoriamente foram registradas por amostra, obtendo luminosidade (L^*), vermelhidão (a^*) e amarelecimento (b^*).

2.5. PERDA POR COCÇÃO E REDUÇÃO DO DIÂMETRO

As perdas por cocção e de redução de diâmetro foram calculadas segundo (RIOS-MERA et al., 2019). Os hambúrgueres com 1, 5 e 10 dias de exposição foram pesados e embalados em papel alumínio e cozidas em grelha pré-aquecida (Grill Philco Jumbo Inox, Philco SA, Brasil) a 200°C até atingir a temperatura interna de 72°C , que foi monitorada por meio de termopar interno (Incoterm, 145 mm, Incoterm LTDA, Brasil). A amostra foi então removida do calor e deixada em temperatura ambiente para esfriar até 25°C , onde cada hamburger foi novamente pesado. As perdas por cozimento foram calculadas a cada dia como uma porcentagem em relação ao peso inicial de acordo com a (Equação 2):

$$\% \text{ Perda por cocção} = \frac{(\text{Peso hamburger cru} - \text{Peso hamburger cozido})}{\text{Peso hamburger cru}} * 100 \quad (\text{Equação 2})$$

Já a redução do diâmetro correspondeu ao diâmetro do hambúrguer antes e após o cozimento, que foi expresso em porcentagem e calculado de acordo com (Equação 3).

$$\begin{aligned} \% \text{Redução diâmetro} \\ = \left(\frac{\text{Diâmetro hamburger cru} - \text{Diâmetro hamburger cozido}}{\text{Diâmetro hamburger cru}} \right) * 100 \end{aligned} \quad (\text{Equação 3})$$

2.6. ANÁLISES ESTATÍSTICAS

Os dados das análises dos hambúrgueres foram avaliados pela análise de variância no modelo linear geral (GLM) com SPSS (v.22.0) (IBM SPSS Statistics, SPSS Inc., Chicago, EUA) para Windows. A média e o desvio padrão foram calculados para cada variável. O tipo de tratamentos e o tempo de armazenamento, foram considerados fatores fixos em um planejamento fatorial, com triplicatas por tratamento, para cada análise. Quando as diferenças foram estatisticamente significativas, foi realizado o teste de Tukey, com significância estatística fixada em ($p < 0,05$).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. OXIDAÇÃO LIPÍDICA

A TABELA 7 apresenta os valores de oxidação lipídica dos hambúrgueres de frango em relação aos dias de exposição. O dano oxidativo é uma das principais razões para a perda de qualidade da carne e seus produtos cárneos (CUNHA et al., 2018). Durante o armazenamento todas as amostras apresentaram um aumento no valor de TBARS ($p < 0,001$). Os hambúrgueres com adição de OE apresentaram menor oxidação lipídica, sendo os maiores teores de MDA encontrados nos tratamentos NCN e MCN.

TABELA 7 - OXIDAÇÃO LIPÍDICA (TBARS) E CONTEÚDO FENÓLICO TOTAL, ATIVIDADE ANTIOXIDANTE (ABTS) EM HAMBURGUERES DE FRANGO PREPARADOS COM CARNE DE DIFERENTES GRAUS DE MIOPATIAS E TIPOS DE ANTIOXIDANTE.

	TIPO DE CARNE									EXPOSIÇÃO (DIAS)			<i>p-value</i>			<i>SEM</i> ¹³
	NCN ¹	NBT ²	NEO ³	MCN ⁴	MBT ⁵	MEO ⁶	SCN ⁷	SBT ⁸	SEO ⁹	1	5	10	P _{tipo} ¹⁰	P _{exposição} ¹¹	P _{txe} ¹²	
TBARS ¹⁴	4,80a	3,02c	2,21d	4,20ab	3,16c	2,28d	3,60bc	3,35c	1,88d	2,77B	3,42A	3,30 ^a	<0,001	<0,001	<0,001	0,111
ABTS ¹⁵	69,95d	71,33cd	85,14a	77,07b	74,69bcd	89,07a	74,5bcd	76,09bc	84,27 ^a	68,27C	84,1A	81,01B	<0,001	<0,001	<0,001	1,009
CFT ¹⁶	56,73d	50,58d	85,14a	77,07b	52,27c	79,23a	58,8c	57,05c	76,33 ^a	57,53C	64,13B	67,2 ^a	<0,001	<0,001	<0,001	1,147

As médias dos tipos de carne com letras minúsculas diferentes na mesma linha são significativamente diferentes ($p < 0,05$). As médias de exposição com diferentes letras maiúsculas na mesma linha são significativamente diferente ($p < 0,05$). 1NC – carne de peito de frango sem presença de miopatia e de antioxidante; 2NBT - carne de peito de frango sem presença de miopatia e adição de 0,01% de BHT; 3NEO 0,01%- carne de peito de frango sem presença de miopatia e com adição de 0,01% de óleo essencial de cravo; 4MCN – carne de peito de frango com presença de miopatia moderada e de antioxidante; 5NBT - carne de peito de frango com presença de miopatia moderada e adição de 0,01% de BHT; 6NEO 0,01%- carne de peito de frango com presença de miopatia moderada e adição de 0,01% de óleo essencial de cravo; 7SCN – carne de peito de frango com presença de miopatia severa e de antioxidante; 8SBT - carne de peito de frango com presença de miopatia severa e adição de 0,01% de BHT; 9SEO 0,01%- carne de peito de frango com presença de miopatia severa e adição de 0,01% de óleo essencial de cravo. 10Ptipo – efeito do tipo de carne; 11Pexposição – efeito dos dias de exposição; 12Ptxe – interação entre tipos de carne e dias de exposição; 13SEM – Erro padrão das Médias.; 14 TBARS- Substâncias reativas ao ácido tiobartitúrico (mg de MDA/Kg de carne); 15ABTS - % de eliminação de radicais ABTS (%); 16CFT- Componentes fenólicos totais (mg GAE/g).

FONTE: O autor (2020)

Uma interação entre eles foi observada (TABELA 8). Todas as amostras apresentaram aumento no MDA valor durante o armazenamento ($P < 0,001$), no entanto, o aumento foi mais acentuado para os tratamentos NCN e MCN, pois os compostos fenólicos possui a capacidade em atuar como sequestradores de radicais livres devido a sua estrutura química, na qual o tipo de composto, o grau de metoxilação e número de hidroxilas são alguns dos parâmetros que determina essa atividade antioxidante (GÓMEZ-RUIZ; LEAKE; AMES, 2007). Os compostos fenólicos possuem características eficientes de sequestrar radicais livres e na quelação de metais, atuando na etapa de iniciação e na propagação da oxidação lipídica, isso acontece por sua estrutura química e consequente capacidade redutora (ALU'DATT *et al.*, 2013; OLIVEIRA 2014; ACHKAR *et al.*, 2013; CRAFT *et al.*, 2012)

Neste estudo, a presença de OE de cravo, foi tão eficaz como o antioxidante sintético (BHT) no retardo da oxidação de lipídios. Esses resultados podem ser explicados devido aos compostos antioxidantes presentes no OE de cravo, tais moléculas são capazes de retardar a oxidação de biomoléculas facilmente oxidáveis, como lipídios e proteínas (WANG *et al.*, 2017). A oxidação lipídica é o principal fator não microbiano responsável pela deterioração de alimentos e perda da qualidade dos produtos de carne durante exposição (BASHIR *et al.*, 2018; VITAL *et al.*, 2016). É também, responsável pela redução da qualidade nutricional, bem como mudanças no sabor, destacando-se como uma das principais razões de rejeição do consumidor (GUYON *et al.*, 2016; MARIUTTI & BRAGAGNOLO, 2017). Esses resultados destacam a eficácia dos naturais antioxidantes como substitutos de aditivos comerciais, no retardamento da oxidação lipídica durante o armazenamento refrigerado em carnes (MONTESCHIO *et al.*, 2019; VITAL *et al.*, 2016).

TABELA 8 - INTERAÇÃO ENTRE TIPOS DE CARNE E TEMPO DE EXPOSIÇÃO NA OXIDAÇÃO LIPÍDICA (TBARS), CONTEÚDO FENÓLICO TOTAL, ATIVIDADE ANTIOXIDANTE (ABTS) E EM HAMBURGUESES DE FRANGO PREPARADOS COM CARNE DE DIFERENTES GRAUS DE MIOPATIAS E TIPOS DE ANTIOXIDANTE.

	EXPOSIÇÃO	NCN ¹	NBT ²	NEO ³	MCN ⁴	MBT ⁵	MEO ⁶	SCN ⁷	SBT ⁸	SEO ⁹	SEM ¹⁰	p-valor
TBARS ¹¹	1	3,50aB	2,47bcB	2,12cA	3,00aC	3,16ab	2,57bc A	3,12ab	3,21ab	1,82cAB	0,104	<0,001
	5	5,06aA	2,60cd B	2,63cd A	4,33ab B	3,47bc	2,59cd A	4,08ab	3,90abc	2,18dA	0,176	<0,001
	10	5,84aA	4,00bcA	1,90d B	5,27ab A	2,85cd	1,68d B	3,59c	2,96cd	1,64dB	0,256	<0,001
	SEM	0,323	0,246	0,194	0,290	0,159	0,177	0,199	0,192	0,093	-	-
	p-valor	<0,001	0,003	0,031	<0,001	0,310	0,036	0,143	0,107	0,032	-	-
ABTS ¹²	1	51,51b	48,19b B	72,41aA	51,59bB	45,24b B	71,66a B	52,23bB	49,89b B	75,03a	1,612	<0,001
	5	55,02d	41,97e C	67,85bc B	64,45cd A	65,58bcd A	85,54a A	61,95cd A	57,25cd A	77,62ab	1,231	<0,001
	10	63,67b	61,59b A	75,37a A	63,42b A	60,99b A	80,49a A	59,43b A	64,03b A	76,33a	0,947	<0,001
	SEM	2,901	2,659	1,263	2,789	3,440	1,646	2,593	2,398	2,398	-	-
	p-valor	0,151	<0,001	0,003	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,001	0,414	-	-
CFT ¹³	1	58,80cB	60,43cC	82,70 ^a	64,63bc C	60,71c B	82,77 ^a C	63,93bcB	66,44b B	74,01aB	2,075	<0,001
	5	76,34cA	80,94bcA	90,20ab	86,03abc A	85,39abc A	95,54aA	79,80bc A	78,25c A	91,72aA	2,156	<0,001
	10	77,97cdeA	72,63eB	82,53abc	80,55bcd B	77,97cde A	88,89 ^a B	81,11bcd A	83,59abcA	87,09abA	1,305	<0,001
	SEM	2,636	2,512	2,094	1,921	3,006	1,998	1,440	1,967	0,754	-	-
	p-valor	0,006	<0,001	0,370	<0,001	0,002	0,002	0,002	0,001	<0,001	-	-

As médias dos tipos de carne com letras minúsculas diferentes na mesma linha são significativamente diferentes ($p < 0,05$). As médias de exposição com diferentes letras maiúsculas na mesma coluna são significativamente diferentes ($p < 0,05$). ¹NC – carne de peito de frango sem presença de miopatia e de antioxidante; ²NBT - carne de peito de frango sem presença de miopatia e adição de 0,01% de BHT; ³NEO 0,01%- carne de peito de frango sem presença de miopatia e com adição de 0,01% de óleo essencial de cravo; ⁴MCN – carne de peito de frango com presença de miopatia moderada e de antioxidante; ⁵NBT - carne de peito de frango com presença de miopatia moderada e adição de 0,01% de BHT; ⁶NEO 0,01%- carne de peito de frango com presença de miopatia moderada e adição de 0,01% de óleo essencial de cravo; ⁷SCN – carne de peito de frango com presença de miopatia severa e de antioxidante; ⁸SBT - carne de peito de frango com presença de miopatia severa e adição de 0,01% de BHT; ⁹SEO 0,01%- carne de peito de frango com presença de miopatia severa e adição de 0,01% de óleo essencial de cravo. ¹⁰SEM – Erro padrão das Médias.; ¹¹TBARS- Substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (mg de MDA/Kg de carne); ¹²ABTS - % de eliminação de radicais ABTS (%); ¹³CFT- Componentes fenólicos totais (mg GAE/g).

FONTE: O autor (2020)

3.2. CFT E ATIVIDADE ANTIOXIDANTE DE HAMBURGUERES DE FRANGO

Os resultados (TABELA 7) mostram que as amostras contendo OE, principalmente apresentou maior atividade antioxidante ($P < 0,001$) e teor de polifenóis maior do que os demais tratamentos. Alguns estudos que avaliou a atividade antioxidantes do óleo de cravo em diferentes formas de adição e produtos, demonstrou o potencial de atividade antioxidante dos compostos presentes no óleo de cravo (BENSID et al., 2014; CASTAÑO et al., 2017; KHEAWFU et al., 2018; H. ZHANG et al., 2016). Uma interação entre tipos de carne e tempo de exposição foi observada para o ABTS ($P < 0,001$) e para CFT ($P < 0,001$) (TABELA 8). Durante o armazenamento, os hambúrgueres com adição de OE mostrou comportamento similar, apresentando atividade antioxidante melhorada em relação aos demais tratamento tanto para ABTS e CFT.

A atividade antioxidante ABTS e CFT para hambúrgueres apresentou flutuações durante o armazenamento refrigerado para todos tratamentos, provavelmente associadas à heterogeneidade das amostras. (MARIA et al., 2017) relata que ingredientes (alho e cebola) presentes na formulação do hambúrgueres, pode conferir propriedades antioxidantes.

3.3. COR INSTRUMENTAL

A cor da carne pode afetar adversamente a escolha do consumidor no momento da compra (CARDOSO et al., 2016). Os valores de cor (L^* , a^* , b^*) associados aos tratamentos e o tempo de armazenamento são fornecidos na TABELA 9. Diferenças foram observadas para L^* ($P < 0,001$), a^* ($P < 0,001$), b^* ($P < 0,001$) entre os tratamentos. Quando os efeitos de ambos os fatores exposição e tipo de carne foram avaliados, uma interação entre eles foi observada (TABELA 10). Os valores L^* foram maiores para MCN, enquanto NCN apresentou o menor valor. Para a^* os maiores valores foram apresentados por SEO e para b^* por SEO e MEO. Ao se avaliar os efeitos de ambos os fatores, uma interação entre eles foi observada (TABELA 10).

TABELA 9 - COR (VALORES L *, A *, B *) DOS HAMBURGUERES DE FRANGO PREPARADOS COM CARNE DE DIFERENTES GRAUS DE MIOPATIAS E TIPOS DE ANTIOXIDANTE DURANTE A EXPOSIÇÃO.

	Tipo de carne									Exposição (dias)			p-value			SEM ¹³
	NCN ¹	NBT ²	NEO ³	MCN ⁴	MBT ⁵	MEO ⁶	SCN ⁷	SBT ⁸	SEO ⁹	1	5	10	P _{tipo} ¹⁰	P _{exposição} ¹¹	P _{txe} ¹²	
L*	62,02e	62,83cde	62,42de	65,71 ^a	64,32b	64,03bc	62,29de	62,31de	63,29bcd	63,74A	62,58B	63,40 ^a	<0,001	<0,001	<0,001	0,113
a*	3,58abc	3,33d	3,42cd	3,33d	3,44bcd	3,63abc	3,56abc	3,65ab	3,78a	3,51B	3,81A	3,25C	<0,001	<0,001	<0,001	0,023
b*	19,57c	19,90c	19,51c	21,07ab	21,07ab	20,62b	21,42a	20,95ab	21,34a	20,66B	21,29B	19,87C	<0,001	<0,001	<0,001	0,069

As médias dos tipos de carne com letras minúsculas diferentes na mesma linha são significativamente diferentes ($p < 0,05$). As médias de exposição com diferentes letras maiúsculas na mesma linha são significativamente diferente ($p < 0,05$). 1NC – carne de peito de frango sem presença de miopatia e de antioxidante; 2NBT - carne de peito de frango sem presença de miopatia e adição de 0,01% de BHT; 3NEO 0,01%- carne de peito de frango sem presença de miopatia e com adição de 0,01% de óleo essencial de cravo; 4MCN – carne de peito de frango com presença de miopatia moderada e de antioxidante; 5NBT - carne de peito de frango com presença de miopatia moderada e adição de 0,01% de BHT; 6NEO 0,01%- carne de peito de frango com presença de miopatia moderada e adição de 0,01% de óleo essencial de cravo; 7SCN – carne de peito de frango com presença de miopatia severa e de antioxidante; 8SBT - carne de peito de frango com presença de miopatia severa e adição de 0,01% de BHT; 9SEO 0,01%- carne de peito de frango com presença de miopatia severa e adição de 0,01% de óleo essencial de cravo. 10Ptipo – efeito do tipo de carne; 11Pexposição – efeito dos dias de exposição; 12Ptxe – interação entre tipos de carne e dias de exposição; 13SEM – Erro padrão das Médias.

FONTE: O autor (2020)

TABELA 10 - INTERAÇÃO ENTRE TIPOS DE CARNE E TEMPO DE EXPOSIÇÃO NA COR DE HAMBURGUERES DE FRANGO COM DIFERENTES GRAUS DE MIOPATIAS E TIPOS DE ANTIOXIDANTE.

	EXPOSIÇÃO	NCN ¹	NBT ²	NEO ³	MCN ⁴	MBT ⁵	MEO ⁶	SCN ⁷	SBT ⁸	SEO ⁹	SEM ⁶	p-valor
L*	1	62,54b	62,98b	63,01Ab	65,85Aa	63,72Bb	62,24b	63,13Ab	64,27Aab	65,71a	0,157	<0,001
	5	61,88cd	62,90bcd	61,09Bde	63,98Bab	65,72Aa	63,89ab	59,36Be	61,07Bde	63,33bc	0,192	<0,001
	10	61,51c	62,58bc	63,15Abc	67,31Aa	63,53Bbc	64,77b	64,38Ab	61,60Bc	61,42c	0,222	<0,001
	SEM	0,253	0,279	0,285	0,338	0,330	0,383	0,361	0,241	0,297	-	-
	p-valor	0,236	0,828	0,003	<0,001	0,009	0,252	<0,001	<0,001	<0,001	-	-
a*	1	3,57Bb	2,90Cc	3,57Ab	4,08Aa	2,86Cc	3,91Aab	2,94Cc	3,80ab	4,03Aa	0,044	<0,001
	5	3,99Ab	3,88Abc	3,51Acd	3,45Bd	4,41Aa	3,74Abcd	4,00Aa	3,55cd	3,74Bbcd	0,033	<0,001
	10	3,16Cc	3,19Bc	3,17Bc	2,43Cd	3,05Bc	3,30Bbc	3,74Ba	3,60ab	3,64Bab	0,037	<0,001
	SEM	0,056	0,063	0,043	0,093	0,107	0,055	0,073	0,066	0,052	-	-
	p-valor	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,289	0,009	-	-
b*	1	20,16 Ad	20,30Acd	19,68de	22,43Aa	18,98 Be	21,30bc	19,86Bde	21,93Aab	21,73Aab	0,109	<0,001
	5	20,88Acd	20,59 Ad	19,35e	21,47Abc	23,32Aa	22,06b	20,48Bd	21,53Abc	21,93Ab	0,105	<0,001
	10	17,52Be	18,81Bd	19,51cd	19,31Bcd	19,55Bcd	21,00b	22,52Aa	19,84Bbcd	20,47Bbc	0,126	<0,001
	SEM	0,201	0,114	0,128	0,231	0,290	0,204	0,190	0,156	0,147	-	-
	p-valor	<0,001	<0,001	0,594	<0,001	<0,001	0,093	<0,001	<0,001	<0,001	-	-

As médias dos tipos de carne com letras minúsculas diferentes na mesma linha são significativamente diferentes ($p < 0,05$). As médias de exposição com diferentes letras maiúsculas na mesma coluna são significativamente diferente ($p < 0,05$). 1NC – carne de peito de frango sem presença de miopatia e de antioxidante; 2NBT - carne de peito de frango sem presença de miopatia e adição de 0,01% de BHT; 3NEO 0,01%- carne de peito de frango sem presença de miopatia e com adição de 0,01% de óleo essencial de cravo; 4MCN – carne de peito de frango com presença de miopatia moderada e de antioxidante; 5NBT - carne de peito de frango com presença de miopatia moderada e adição de 0,01% de BHT; 6NEO 0,01%- carne de peito de frango com presença de miopatia moderada e adição de 0,01% de óleo essencial de cravo; 7SCN – carne de peito de frango com presença de miopatia severa e de antioxidante; 8SBT - carne de peito de frango com presença de miopatia severa e adição de 0,01% de BHT; 9SEO 0,01%- carne de peito de frango com presença de miopatia severa e adição de 0,01% de óleo essencial de cravo. 10SEM – Erro padrão das Médias.

FONTE: O autor (2020)

Durante o período de exposição, os hambúrgueres apresentaram em sua maioria os valores de L^* mais elevados no primeiro dia de exposição, exceto a amostra MBT apresentou comportamento diferente, tendo valores inferiores. A vermelhidão (a^*) apresentou oscilações entre os tratamentos durante o período. Entretanto, em sua maioria os tratamentos apresentaram uma tendência a diminuição. Esta diminuição em valores de a^* tem sido frequentemente associada à formação de metamioglobina assim como a descoloração da carne (LORENZO & GÓMEZ, 2012). Para valores de b^* (amarelamento), as amostras apresentaram uma tendência de decréscimo durante o armazenamento, sendo está mais pronunciada para NCN. (FACHINELLO et al., 2018) relatam que a adição de compostos antioxidantes contribui para a estabilização da cor, retardando a descoloração de produtos à base de carne.

3.4. REDUÇÃO DE DIÂMETRO E PERDA POR COCÇÃO

Os resultados de Redução de diâmetro, perda por cocção e força de cisalhamento dos hambúrgueres durante o armazenamento são apresentados na TABELA 11.

Um dos indicadores qualitativos importantes do hambúrguer de carne é a perda e o encolhimento por cocção (MOGHTADAEI et al., 2018). As maiores retrações de diâmetro ($P < 0,001$) e perda por cocção ($P < 0,001$) foram apresentadas para os hambúrgueres sem adição de antioxidante. Ao se avaliar os efeitos do tipo de carne e tempo de exposição, uma interação entre eles foi observada (TABELA 12). Todas as amostras apresentaram aumento no valor de redução de diâmetro durante o armazenamento ($P < 0,001$), no entanto para PPC o tempo de exposição influenciou as amostras apenas no 10 dia de exposição. As maiores reduções ao final do período de exposição foram encontradas para as amostras NCN, MCN, MBT, SCN, SBT para RD ($p < 0,001$) e em NCN e MCN para PPC ($p < 0,001$). As amostras contendo antioxidante natural OE de cravo, apresentaram médias inferiores quando comparadas aos demais tratamentos durante o período de exposição. Durante o armazenamento, a perda de água e redução do diâmetro são esperadas como consequência das mudanças nas fibras

musculares causadas por rigor mortis e mudanças na estrutura miofibrilar quando exposta a temperatura (MONTESCHIO et al., 2019), o que foi observado neste ensaio.

A redução do diâmetro ocorre devido à desnaturação de proteínas da carne com a perda de água e gordura (RIOS-MERA et al., 2019). Assim, é provável que para as amostras sem adição de antioxidante a solubilização das proteínas miofibrilares não foi intensa, o que levou a liberação de água e gordura durante o cozimento, afetando o rendimento e o tamanho do produto. Além disso, o retardo oxidativo causado pela presença de compostos antioxidantes, com destaque para OE de cravo nos hambúrgueres, podem ter contribuído para preservação da estrutura e consequentemente proteção, uma vez que os radicais livres produzidos pela decomposição dos hidroperóxidos podem causar deterioração das estruturas das proteínas (WANG et al., 2018).

TABELA 11 - REDUÇÃO DE DIÂMETRO, PERDA POR COCÇÃO E FORÇA DE CISALHAMENTO DE HAMBURGUERES DURANTE 10 DIAS DE EXPOSIÇÃO.

	TIPO DE CARNE									EXPOSIÇÃO (DIAS)			<i>p-value</i>			SEM ¹³
	NCN ¹	NBT ²	NEO ³	MCN ⁴	MBT ⁵	MEO ⁶	SCN ⁷	SBT ⁸	SEO ⁹	1	5	10	P _{tipo} ¹⁰	P _{exposição} ¹¹	P _{txe} ¹²	
RD ¹⁴	4,93cd	3,51de	2,35e	9,01 ^a	6,28bc	3,91de	7,61ab	6,76 de	2,20e	3,44B	5,95A	6,13 ^a	<0,001	<0,001	0,022	0,385
PCC ¹⁵	22,48bc	17,57de	14,78e	28,08 ^a	22,38bc	23,92ab	19,22cd	17,75de	8,51f	18,56B	18,81B	20,86 ^a	<0,001	0,015	0,013	0,822

As médias dos tipos de carne com letras minúsculas diferentes na mesma linha são significativamente diferentes ($p < 0,05$). As médias de exposição com diferentes letras maiúsculas na mesma linha são significativamente diferente ($p < 0,05$). 1NC – carne de peito de frango sem presença de miopatia e de antioxidante; 2NBT - carne de peito de frango sem presença de miopatia e adição de 0,01% de BHT; 3NEO 0,01%- carne de peito de frango sem presença de miopatia e com adição de 0,01% de óleo essencial de cravo; 4MCN – carne de peito de frango com presença de miopatia moderada e de antioxidante; 5NBT - carne de peito de frango com presença de miopatia moderada e adição de 0,01% de BHT; 6NEO 0,01%- carne de peito de frango com presença de miopatia moderada e adição de 0,01% de óleo essencial de cravo; 7SCN – carne de peito de frango com presença de miopatia severa e de antioxidante; 8SBT - carne de peito de frango com presença de miopatia severa e adição de 0,01% de BHT; 9SEO 0,01%- carne de peito de frango com presença de miopatia severa e adição de 0,01% de óleo essencial de cravo. 10P_{tipo} – efeito do tipo de carne; 11P_{exposição} – efeito dos dias de exposição; 12P_{txe} – interação entre tipos de carne e dias de exposição; 13SEM – Erro padrão das Médias.; 14RD- % Redução do diâmetro dos hambúrgueres (%); 15PPC - % de perda por cocção dos hambúrgueres (%).

FONTE: O autor (2020)

TABELA 12 - INTERAÇÃO ENTRE TIPOS DE CARNE E TEMPO DE EXPOSIÇÃO NA REDUÇÃO DO DIÂMETRO, PERDA POR COCÇÃO E FORÇA DE CISALHAMENTO DE HAMBURGUERES DE FRANGO COM DIFERENTES GRAUS DE MIOPATIAS E TIPOS DE ANTIOXIDANTE.

	EXPOSIÇÃO	NCN ¹	NBT ²	NEO ³	MCN ⁴	MBT ⁵	MEO ⁶	SCN ⁷	SBT ⁸	SEO ⁹	SEM ⁶	p-valor
RD ¹¹	1	3,45 ab	2,60 Bab	1,38 Bb	5,87 Ba	4,83 ab	2,64 ab	4,28 Bab	4,50 ab	1,45 b	0,392	0,014
	5	4,25cd	3,36ABcd	2,55 Ad	10,91Aa	6,61 bc	5,69 bcd	9,15 Aab	8,75 ab	2,28 d	0,731	<0,001
	10	7,08ab	4,59Ab	3,12 Ab	10,26Aa	7,41 ab	3,40 b	9,41 Aa	7,03 ab	2,87 b	0,660	0,001
	SEM	0,793	0,383	0,332	1,054	0,696	0,670	1,105	0,891	0,319	-	-
	p-valor	0,111	0,027	0,010	0,030	0,377	0,126	0,026	0,112	0,194	-	-
PPC ¹²	1	19,65 ab	14,63 b	12,66bc	24,81 a	25,70 a	25,91 a	20,74 ab	18,36 ab	4,57c	1,653	<0,001
	5	23,14 ab	18,49 bc	13,56cd	29,33 a	19,87 bc	21,05 bc	17,34bcd	17,16bcd	9,38 d	1,341	<0,001
	10	24,67 ab	19,60 bc	18,14bc	30,10 a	21,58 b	24,80b	19,57 bc	17,73 bc	11,59c	1,266	0,001
	SEM	1,344	1,099	1,168	1,320	1,294	1,052	1,051	0,546	1,483	-	-
	p-valor	0,366	0,125	0,063	0,231	0,151	0,104	0,514	0,766	0,102	-	-

As médias dos tipos de carne com letras minúsculas diferentes na mesma linha são significativamente diferentes ($p < 0,05$). As médias de exposição com diferentes letras maiúsculas na mesma coluna são significativamente diferente ($p < 0,05$). 1NC – carne de peito de frango sem presença de miopatia e de antioxidante; 2NBT - carne de peito de frango sem presença de miopatia e adição de 0,01% de BHT; 3NEO 0,01%- carne de peito de frango sem presença de miopatia e com adição de 0,01% de óleo essencial de cravo; 4MCN – carne de peito de frango com presença de miopatia moderada e de antioxidante; 5NBT - carne de peito de frango com presença de miopatia moderada e adição de 0,01% de BHT; 6NEO 0,01%- carne de peito de frango com presença de miopatia moderada e adição de 0,01% de óleo essencial de cravo; 7SCN – carne de peito de frango com presença de miopatia severa e de antioxidante; 8SBT - carne de peito de frango com presença de miopatia severa e adição de 0,01% de BHT; 9SEO 0,01%- carne de peito de frango com presença de miopatia severa e adição de 0,01% de óleo essencial de cravo. 10SEM – Erro padrão das Médias.; 11RD- % Redução do diâmetro dos hambúrgueres (%); 12PPC - % de perda por cocção dos hambúrgueres (%).

FONTE: O autor (2020)

4. CONCLUSÃO

A adição de OE de cravo retardou a oxidação lipídica em todos os tipos de carne durante seu armazenamento e, também conferiu atividade maior atividade antioxidante aos hambúrgueres, sendo considerado um bom antioxidante natural e um possível substituto de antioxidantes sintético.

Entre os tratamentos, os hambúrgueres incorporados com OE apresentaram maior atividade antioxidante e redução de perdas de cozimento e diâmetro, além de propiciar retardamento da perda de descoloração na intensidade de vermelho durante a exposição. Neste estudo, a presença de Cravo da Índia natural OE, foi tão eficaz como o antioxidante sintético (BHT), no retardo de lipídios oxidação. Assim, a inclusão de OE em hambúrgueres de carne com diferentes graus de miopatias foi eficaz contribuindo para manutenção a qualidade do produto em todo o armazenamento, mostrando resultados melhores do que o antioxidante sintético em algumas análises.

REFERÊNCIAS

- ABDALI, H.; AJJI, A. Development of antibacterial structures and films using clove bud powder. **Industrial Crops and Products**, v.72, p.214–219, 2015.
- BALDI, G.; SOGLIA, F.; MAZZONI, M.; SIRRI, F. Implications of white striping and spaghetti meat abnormalities on meat quality and histological features in broilers. **Animal**, v.12, n.1, p.164-173, 2018.
- BASHIR A.; JABEEN S.; GULL N.; ISLAM A.; SULTAN M.; GHAFAR A.; KHAN S.M.; IQBAL S.S.; JAMIL T. Co-concentration effect of silane with natural extract on biodegradable polymeric films for food packaging. **International Journal of Biological Macromolecules**, v.106, p.351–359, 2018.
- BENSID, A.; UCAR, Y.; BENDEDDOUCHE, B.; ÖZOGUL, F. Effect of the icing with thyme, oregano and clove extracts on quality parameters of gutted and beheaded anchovy (*Engraulis encrasicolus*) during chilled storage. **Food Chemistry**, v.145, p.681-686, 2014.
- BIONDO, P.B.F.; CARBONERA, F.; ZAWADZKI, F.; CHIAVELLI, L.; PILAU, E.; PRADO, I.N.; VISENTAINER, J. V. Antioxidant capacity and identification of bioactive compounds by gc-ms of essential oils from spices, herbs and citrus. **Current Bioactive Compounds**, v.13, n.2, p.137–143, 2017.

CARDOSO, G.P.; DUTRA, M.P.; FONTES, P.R.; RAMOS, A.L.S.; GOMIDE, L.A.M.; RAMOS, E.M. Selection of a chitosan gelatin-based edible coating for color preservation of beef in retail display. **Meat Science**, v.114, p.84-94, 2016.

CARVALHO, C. B.; VITAL, A. C. P.; KEMPINSKI, E.M.B.C.; MADRONA, G.S.; RECHE, P.M.; GUERRERO, A.; ORNAGHI, M.G.; PRADO, I.N. Quality and Sensorial Evaluation of Beef Hamburger Made with Herbs, Spices, and Reduced Sodium Content. **Journal of Culinary Science and Technology**, v.16, n.3, p.254-267, 2018.

CASTAÑO, J.; GUADARRAMA-LEZAMA, A. Y.; HERNÁNDEZ, J.; COLÍN-CRUZ, M.; MUÑOZ, M.; CASTILLO, S. Preparation, characterization and antifungal properties of polysaccharide–polysaccharide and polysaccharide–protein films. **Journal of Materials Science**, v.52, n.1, p.353-366, 2017.

CHEN, X.; REN, L.; LI, M.; QIAN, J.; FAN, J.; DU, B. Effects of clove essential oil and eugenol on quality and browning control of fresh-cut lettuce. **Food Chemistry**, v.214, p.432-439, 2017.

CUNHA, L.C.M.; MONTEIRO, M.L.G.; LORENZO, J.M.; MUNEKATA, P.E.S.; MUCHENJE, V.; CARVALHO, F.A.L.; CONTE-JUNIOR, C.A. Natural antioxidants in processing and storage stability of sheep and goat meat products. **Food Research International**, v.111, p.379-390, 2018.

EL-MAATI, M. F. A.; MAHGOUB, S. A.; LABIB, S. M.; AL-GABY, A. M. A.; RAMADAN, M. F. Phenolic extracts of clove (*Syzygium aromaticum*) with novel antioxidant and antibacterial activities. **European Journal of Integrative Medicine**, v.8, p.494–504, 2015.

FACHINELLO, M. R.; VITAL, A. C. P.; CHAMBO, A. P. S.; WIELEWSKI, P.; MATUMOTO-PINTRO, P. T. Effect of freeze-dried green tea added in hamburgers as source of antioxidant during freezing storage. **Journal of Food Processing and Preservation**, v.42, n.11, p.1-8, 2018.

GUYON, C.; MEYNIER, A.; LAMBALLERIE, M. Trends in Food Science & Technology Protein and lipid oxidation in meat: A review with emphasis on high- pressure treatments. **Trends in Food Science & Technology**, v.50, p.131-143, 2016.

KEMPINSKI, E.M.B.C.; VITAL, A.C.P.; MONTESCHIO, J.O.; ALEXANDRE, S.; NASCIMENTO, K.F.; MADRONA, G.S.; MIKCHA, J.M.G.; PRADO, I.N. Development and quality evaluation of infant food with oregano essential oil for children diagnosed with cerebral palsy. **LWT - Food Science and Technology**, v.84, p.579-585, 2017.

KHALAFALLA, F.A.; ALI, F.H.M.; HASSAN, A.H.A. Quality improvement and shelf-life extension of refrigerated Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) fillets using natural herbs. **Beni-Suef University Journal of Basic and Applied Sciences**, v.4, n.1, p. 33-40, 2015.

KHALEQUE, M.A.; KEYA, C.A.; HASAN, K.N.; HOQUE, M.M.; INATSU, Y.; BARI, M.L. Use of cloves and cinnamon essential oil to inactivate *Listeria monocytogenes* in ground

beef at freezing and refrigeration temperatures. **LWT - Food Science and Technology**, v.74, p.219-223, 2016.

KHEAWFU, K.; PIKULKAEW, S.; RADES, T.; MÜLLERTZ, A.; OKONOGI, S. Development and characterization of clove oil nanoemulsions and self-microemulsifying drug delivery systems. **Journal of Drug Delivery Science and Technology**, v.46, p. 330-338, 2018.

KUMAR, Y.; YADAV, D. N.; AHMAD, T.; NARSAIAH, K. Recent Trends in the Use of Natural Antioxidants for Meat and Meat Products. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, v.14, n.6, p.796-812, 2015.

KUTTAPPAN, V.A.; BREWER, V.B.; MAUROMOUSTAKOS, A.; McKee, S.R.; Emmert, J.L.; Meullenet, J.F.; Owens, C.M. Estimation of factors associated with the occurrence of white striping in broiler breast fillets. **Poultry Science**, v.92, n.3, p.811–819, 2013.

LIU, J.; MENG, C. GUANG; LIU, S.; KAN, J.; JIN, C. HAI. Preparation and characterization of protocatechuic acid grafted chitosan films with antioxidant activity. **Food Hydrocolloids**, v.63, 2017.

LORENZO, J. M.; GÓMEZ, M. Shelf life of fresh foal meat under MAP, overwrap and vacuum packaging conditions. **Meat Science**, v.92, p.610-618, 2012.

LU, F.; DING, Y. C.; YE, X. Q.; DING, Y. T. Antibacterial effect of cinnamon oil combined with thyme or clove oil. **Agricultural Sciences in China**, v.10, n.9, p.1482–1487, 2011.

MARIUTTI, L. R. B.; BRAGAGNOLO, N. Influence of salt on lipid oxidation in meat and seafood products: A review. **Food Research International**, v.94, p.90–100, 2017.

MOGHATAE, M.; SOLTANIZADEH, N.; GOLI, S. A. H. Production of sesame oil oleogels based on beeswax and application as partial substitutes of animal fat in beef burger. **Food Research International**, v.108, p.368-377, 2018.

MONTESCHIO, J.O.; VARGAS-JUNIOR, F.M.; ALMEIDA, F.L.A.; PINTO, L.A.M.; KANEKO, I.N.; ALMEIDA, A.A.; FREITAS, L.W.; ALVES, S.P.A.; BESSA, R.J.B.; PRADO, I.N. The effect of encapsulated active principles (eugenol, thymol and vanillin) and clove and rosemary essential oils on the structure, collagen content, chemical composition and fatty acid profile of Nellore heifers muscle. **Meat Science**, v.155, p.27-35, 2019.

PETRACCI, M.; MUDALAL, S.; BABINI, E.; CAVANI, C. Effect of White Striping on Chemical Composition and Nutritional Value of Chicken Breast Meat. **Italian Journal of Animal Science**, v.13, n.1, p.31-38, 2014.

PETRACCI, M.; MUDALAL, S.; SOGLIA, F.; CAVANI, C. Meat quality in fast-growing broiler chickens. **World's Poultry Science Journal**, v.71, n.2, p.363–374, 2015.

PETRACCI, M.; SOGLIA, F.; MADRUGA, M.; CARVALHO, L.; IDA, E.; ESTÉVEZ, M. Wooden-Breast, White Striping, and Spaghetti Meat: Causes, Consequences and

Consumer Perception of Emerging Broiler Meat Abnormalities. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, v.18, n.2, p.565–583, 2019.

RE, R., PELLEGRINI, N., PROTEGGENTE, A., PANNALA, A., YANG, M., & RICE-EVANS, C. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. **Free Radical Biology and Medicine**, v 26, n.9, p.1231–1237, 1999.

RIOS-MERA, J.D.; SALDAÑA, E.; CRUZADO-BRAVO, M.L.M.; PATINHO, L.; SELANI, M.M.; VALENTIN, D.; CONTRERAS-CASTILLO, C.J. Reducing the sodium content without modifying the quality of beef burgers by adding micronized salt. **Food Research International**, v.121, p.288–295, 2019.

SHARMA, S.; RAO, T. V. R. Xanthan gum based edible coating enriched with cinnamic acid prevents browning and extends the shelf-life of fresh-cut pears. **LWT - Food Science and Technology**, v.62, n.1, p.791-800, 2015.

SIHVO, H.-K.; LINDÉN, J.; AIRAS, N.; IMMONEN, K.; VALAJA, J.; PUOLANNE, E. Wooden Breast Myodegeneration of Pectoralis Major Muscle Over the Growth Period in Broilers. **Veterinary Pathology**, v.54, n.1, p.119-128, 2017.

SINGLETON, V. L., & ROSSI, J. A. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. **Journal of Enology and Viticulture**, v.16, p.144-148, 1965.

VITAL, A. C. P.; GUERRERO, A.; KEMPINSKI, E. M. B. C.; MONTESCHIO, J.O.; SARY, C.; RAMOS, T.R.; CAMPO, M.M.; PRADO, I.N. Consumer profile and acceptability of cooked beef steaks with edible and active coating containing oregano and rosemary essential oils. **Meat Science**, v.143, p.153–158, 2018.

VITAL, A.C.P.; GUERRERO, A.; MONTESCHIO, J.O.; VALERO, M.V.; CARVALHO, C.B.; ABREU FILHO, B.A.; MADRONA, G.S.; PRADO, I.N. Effect of edible and active coating (with rosemary and oregano essential oils) on beef characteristics and consumer acceptability. **PLOS ONE**, v.11, n.8, p.1-15, 2016.

WANG, Q.; LEI, J.; MA, J.; YUAN, G.; SUN, H. Effect of chitosan-carvacrol coating on the quality of Pacific white shrimp during iced storage as affected by caprylic acid. **International Journal of Biological Macromolecules**, v.106, p.123–129, 2018.

WANG, Y.F.; JIN-XIA, J.; REN, X.; SHU, X.; TIAN, Y.; GUAN, Y.; YAN, Z. Antifungal effects of clove oil microcapsule on meat products. **LWT - Food Science and Technology**, v.89, n.89, p.604–609, 2017.

WANG, Z.; HE, Z.; GAN, X.; LI, H. Interrelationship among ferrous myoglobin, lipid and protein oxidations in rabbit meat during refrigerated and superchilled storage. **Meat Science**, v.146, p.131-139, 2018.

ZHANG, H.; WU, J.; GUO, X. Effects of antimicrobial and antioxidant activities of spice extracts on raw chicken meat quality. **Food Science and Human Wellness**, v.5, n.1, p.39-48, 2016.

ZHANG, Y.; WANG, P.; XU, X.; XIA, T.; LI, Z.; ZHAO, T. Effect of wooden breast myopathy on water-holding capacity and rheological and gelling properties of chicken broiler breast batters. **Poultry Science**, v.99, n.7, p.3742-3751, 2020.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo avaliando diferentes graus de miopatias, conclui que os graus destas anomalias possuíram impactos negativo na composição, propriedades tecnológicas e consequentemente na aceitação visual do consumidor, tornando um assunto de alta relevância para a avicultura. Os autores sugerem que devido estas alterações podemos diminuir esta queda de aceitação de produtos com miopatias moderada e severa, destinando esta carne para produtos processados.

Um fator relevante para a alteração da composição e aspecto visual da carne é a oxidação lipídica, por isso muitas indústrias usam antioxidantes sintéticos para aumentar o tempo de prateleira dos produtos de origem animal, porém alguns estudos comprovam que os antioxidantes sintéticos podem ser prejudiciais à saúde humana.

Com isso uso de óleo essencial como antioxidante pode ser um substituto dos antioxidantes sintéticos, pois os OE de cravo retardaram a oxidação lipídica em todos os tipos de carne durante a armazenagem e teve característica de maior atividade antioxidante nos hambúrgueres.

Todos os tratamentos com hambúrgueres adicionados OE demonstraram maior atividade antioxidante e redução na perda de cozimento e diâmetro, também retardaram a perda da intensidade de coloração vermelha durante o período analisado. Os resultados demonstraram que o uso de OE de cravo teve o efeito antioxidante tão eficaz quando comparado a antioxidante sintético (BHT), avaliando o retardo da oxidação lipídica. Portanto a incorporação de OE em hambúrgueres de carne de frango acometido por miopatias em diferentes graus foi eficiente para a manutenção da qualidade do produto em todo o período de armazenagem, e obtendo resultados melhores que o antioxidante sintético em algumas análises.